

日本国特許庁

13.04.99

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application:

1998年11月20日

REC'D 26 APR 1999

出願番号
Application Number:

平成10年特許願第331375号

WIPO PCT

出願人
Applicant(s):

堀米 秀嘉

BEST AVAILABLE COPY

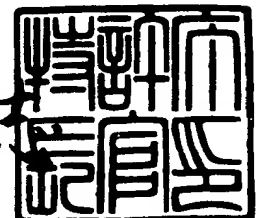
PRIORITY
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

1999年 3月26日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

山田 佑平



出証番号 出証特平11-3019007

【書類名】 特許願

【整理番号】 HM98009

【提出日】 平成10年11月20日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 01/00
G03B 35/00
G09G 05/00

【発明の名称】 3次元画像表示装置

【請求項の数】 39

【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県厚木市妻田東1-6-48 ウッドパーク本厚
木709

【氏名】 堀米 秀嘉

【特許出願人】
【識別番号】 598026862
【氏名又は名称】 堀米 秀嘉

【代理人】
【識別番号】 100107559
【弁理士】
【氏名又は名称】 星宮 勝美

【代理人】
【識別番号】 100109656
【弁理士】
【氏名又は名称】 三反崎 泰司

【代理人】
【識別番号】 100098785
【弁理士】
【氏名又は名称】 藤島 洋一郎

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第 81686号

【出願日】 平成10年 3月27日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019482

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 3次元画像表示装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の画素を配列して構成され、各画素の駆動によって2次元画像を形成可能な2次元画像形成手段と、

前記2次元画像形成手段により形成された2次元画像を基に、空間に3次元画像を形成する3次元画像形成手段と

を備えたことを特徴とする3次元画像表示装置。

【請求項2】 前記2次元画像形成手段は、

それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に、各々2次元画像を形成可能な複数の2次元画像形成素子を含み、

前記3次元画像形成手段は、

前記複数の2次元画像形成素子の各々に対向して設けられ、対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光を空間中に拡散させて出射することが可能な光拡散素子と、

前記光拡散素子から出射した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成することとなるように前記各2次元画像形成素子を制御する表示制御手段と

を含むことを特徴とする請求項1記載の3次元画像表示装置。

【請求項3】 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像形成素子に供給することにより各2次元画像形成素子を制御し、前記各光拡散素子から出射した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させる機能を有することを特徴とする請求項2記載の3次元画像表示装置。

【請求項4】 前記光拡散素子は、入射される光を一点に集光することが可能な集光部と、この集光部により形成される集光点に位置する平面状の出射面とを有するように形成されていることを特徴とする請求項2記載の3次元画像表示装置。

【請求項5】 前記光拡散素子の集光部の入射面は、入射側に凸形状をなす非球面を含んで構成されていることを特徴とする請求項4記載の3次元画像表示装置装置。

【請求項6】 前記光拡散素子の集光部の入射面は、前記集光点に曲率中心をもつ球面を含んで構成されていることを特徴とする請求項4記載の3次元画像表示装置装置。

【請求項7】 前記光拡散素子の集光部はフレネルレンズを含んで構成されていることを特徴とする請求項4記載の3次元画像表示装置装置。

【請求項8】 前記光拡散素子の集光部は、その入射面に形成された干渉縞によって光を集光するものであることを特徴とする請求項4記載の3次元画像表示装置。

【請求項9】 前記光拡散素子は、所定パターンの干渉縞が形成された板状体またはフィルムとして構成され、入射される光を一点に集光し、または入射される光をそれが一点から拡散したかのように発散させるものであることが可能であることを特徴とする請求項2記載の3次元画像表示装置。

【請求項10】 前記2次元画像形成手段は、
それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に、各々2次元画像を形成可能な複数の2次元画像形成素子を含み、

前記3次元画像形成手段は、

前記複数の2次元画像形成素子の各々に対向して設けられ、対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光をそのまま通過させる微小開口部と、

前記各微小開口部を通過した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように前記各2次元画像形成素子を制御する表示制御手段と

を含むことを特徴とする請求項1記載の3次元画像表示装置。

【請求項11】 前記表示制御手段は、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次的に表した2次元画像データをそれぞれ対応する2次元画像形成素子に供給することにより各2次元画像形成素子を制御し、前記各微小開口部を通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成さ

せる機能を有することを特徴とする請求項 10 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 12】 前記 2 次元画像形成手段は、

複数の画素を配列して構成され、各画素の駆動によって 2 次元画像を形成可能な 2 次元画像形成パネルを含み、

前記 3 次元画像形成手段は、

前記 2 次元画像形成パネルに対向して配置され、この 2 次元画像形成パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な光開閉セルを複数配列してなる光開閉セルアレイと、

前記光開閉セルアレイを走査して、各光開閉セルが順次開状態となるように制御する光開閉セル制御手段と、

前記光開閉セル制御手段による前記光開閉セルアレイの走査に同期して前記 2 次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を順次移動させ、この画像形成範囲の各画素から出射して前記光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が 3 次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成することとなるように前記 2 次元画像形成パネルを制御する表示制御手段と

を含むことを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 13】 前記表示制御手段は、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次元的に表した 2 次元画像データをそれぞれ前記 2 次元画像形成パネルにおける画像形成範囲の画素に供給することにより 2 次元画像形成パネルを制御し、前記開状態の光開閉セルを通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させる機能を有することを特徴とする請求項 12 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 14】 前記 2 次元画像形成パネルおよび前記光開閉セルアレイの対を含む単位ユニットを複数配列すると共に、各単位ユニットの光開閉セルアレイごとに前記光開閉セル制御手段を設けてなる 3 次元画像表示装置であって、

前記光開閉セル制御手段は、各光開閉セルアレイにおける互に対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように、対応する各光開閉セルアレイの走査を制御し、

前記表示制御手段は、前記各光開閉セル制御手段による前記各光開閉セルアレ

イの走査に同期して前記複数の単位ユニットの各 2 次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を移動させ、各画像形成範囲の各画素から出射して対応する光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が 3 次元画像を構成する多数の点光源像を前記空間中に形成することとなるように前記 2 次元画像形成パネルを制御する

ことを特徴とする請求項 12 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 15】 前記表示制御手段は、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次元的に表した 2 次元画像データをそれぞれ前記複数の単位ユニットにおける各 2 次元画像形成パネルの画像形成範囲の画素に供給することにより各 2 次元画像形成パネルを制御し、前記開状態の光開閉セルを通過した光によって前記多数の点光源像を前記空間中に形成させる機能を有することを特徴とする請求項 14 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 16】 前記 2 次元画像形成手段は、
形成される 2 次元画像が時間的に変化する事となるように画像形成動作を制御する画像形成制御手段を含み、

前記 3 次元画像形成手段は、

前記 2 次元画像形成手段により形成された 2 次元画像の投射方向がその 2 次元画像の時間的な変化に対応して変化する事となるように、前記 2 次元画像の投射方向を偏向させる偏向手段を含む

ことを特徴とする請求項 1 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 17】 前記偏向手段は、
電界方向に沿って液晶分子が整列して、その電界方向にのみ光を透過させるように機能する透過方向可変型の液晶素子を含んで構成されていることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 18】 前記 3 次元画像形成手段は、さらに、
前記 2 次元画像投射方向を前記偏向手段による偏向方向と異なる方向に拡散させるための拡散手段を備えたことを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 19】 前記画像形成制御手段は、前記偏向手段によって偏向される 2 次元画像の投射方向に応じて、その偏向方向における 2 次元画像の倍率を変化させるように画像形成動作を制御する機能を有することを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 20】 前記 2 次元画像形成手段は、さらに、
符号化された 2 次元画像データを受信する受信手段と、
前記受信手段によって受信された 2 次元画像データを復号化する復号化手段とを含むことを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 21】 前記偏向手段は、前記 2 次元画像の投射方向を偏向させる動作を周期的に行うものであって、

前記受信手段により受信される符号化された 2 次元画像データは、
前記偏向手段による偏向動作の周期に同期したタイミング位置に配置され、2 次元静止画データを独立して圧縮符号化して得られた第 1 の圧縮符号化データと

前記第 1 の圧縮符号化データに隣接した位置に配置され、第 1 の圧縮符号化データとの差分を表す差分データで構成される第 2 の圧縮符号化データとを含むことを特徴とする請求項 20 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 22】 前記画像形成制御手段は、時分割的な画素駆動制御または空間的な画素駆動制御の少なくとも一方を行うことにより、中間階調の 2 次元画像を形成可能であることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 23】 前記偏向手段は、光を透過させる際にその投射方向を偏向させるものであることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 24】 前記偏向手段は、入射光を反射する際にその投射方向を偏向させるものであることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 25】 前記偏向手段は、回転可能に配設されたプリズムまたは反射ミラーを複数個配列して構成されていることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 26】 前記偏向手段は、
入射される光を、その入射位置に対応した方向に偏向させることが可能なホロ

グラムを利用して構成されていることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 27】 前記偏向手段は、前記ホログラムを光の入射方向と異なる方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるものであることを特徴とする請求項 26 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 28】 前記偏向手段は、規則的に配列された複数組の前記ホログラムを含んで構成されていることを特徴とする請求項 26 または請求項 27 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 29】 前記ホログラムは、板状部材に形成されていることを特徴とする請求項 26 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 30】 前記偏向手段は、前記板状部材を光の入射方向と異なる方向に往復移動させることによって入射光を順次偏向させるものであることを特徴とする請求項 29 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 31】 前記ホログラムは、フィルム状部材に形成されていることを特徴とする請求項 26 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 32】 前記偏向手段は、前記フィルム状部材を光の入射方向と異なる一つの方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるものであることを特徴とする請求項 31 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 33】 前記ホログラムは、所定の曲面上に形成されていることを特徴とする請求項 26 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 34】 前記所定の曲面は、円筒面であることを特徴とする請求項 26 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 35】 前記偏向手段は、印加される信号電圧に応じて局所的に厚みが増減して表面に凹凸を生ずる光透過性部材を利用して構成されていることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 36】 前記偏向手段は、前記 2 次元画像形成手段による画像形成に供せられる以前の光を偏向させることによって前記 2 次元画像の投射方向を偏向させるものであることを特徴とする請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 37】 前記偏向手段は、回動する反射体または屈折体を含んで構成されていることを特徴とする請求項 36 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 38】 前記偏向手段は、往復移動する光源と、この光源から出射した光を前記 2 次元画像形成手段に導く光学系とを含んで構成されていることを特徴とする請求項 36 記載の 3 次元画像表示装置。

【請求項 39】 前記偏向手段は、前記 2 次元画像形成手段により形成される 2 次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源を含んで構成されていることを特徴とする請求項 36 記載の 3 次元画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、空間に立体画像を表示可能な 3 次元画像表示装置に関する。

【0002】

【従来技術】

近年、光技術の進展に伴って、立体画像を表示する技術について様々な提案がなされている。その一つに、例えばアイマックスシアター（商標名）のように、左眼用画像と右眼用画像とを重ね合わせた画像を専用の眼鏡を装着して見ることで立体的な表現を可能とする 2 眼式の立体ビュア装置がある。この装置では、左右の眼の視差を利用したステレオグラムにより立体的表現を可能としている。

【0003】

また、レーザ等のコヒーレントな光（可干渉光）を用いたホログラフィ技術による立体表示も行われている。この技術は、予め物体光と参照光とを用いて乾板等にホログラフィを形成しておき、このホログラフィに元の参照光を照射することで再生光を得て立体的な画像表示を行おうとするものである。

【0004】

さらに、いわゆる IP (Integral Photography) 法で代表されるレンズ板 3 次元画像表示技術がある。この IP 法は、リップマンが提案したもので、まず、多数の小さな凸レンズ群からなるフライアイレンズと呼ばれるレンズ板の焦点面に写

真乾板を配置して、このレンズ板を介して物体光を露光することにより写真乾板上に多数の小さな物体像を記録したのち、この写真乾板を現像し、それを前と全く同じ位置に置いて背面から光を照射するようにしたものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

以上のうち、上記の立体ビュー装置においては、専用の眼鏡を装着しなければならないので観る者にとって不便であると共に、不自然な画像であるため疲れやすく、長時間の鑑賞には適さない。この問題を解決するために、最近では専用の眼鏡を不要とした立体視テレビジョンが提案されている。しかしながら、この種の立体視技術はあくまで左右の眼の視差を利用した擬似的な立体表示を行うものであって、真の意味での3次元表示を可能とするものではない。このため、画面の左右方向の立体感は表示できるものの、上下方向の立体感は表現できず、例えば寝転んで見ることはできなかった。また、視差利用技術であることから、視点を変えても単に同じ画像が立体感（奥行感）をもって見えるにすぎず、頭を左右に振っても物体の側面が見えるわけではなかった。

【0006】

また、上記したホログラフィ技術による立体表示技術は、レーザ等のコヒーレント光を必要とするため、装置が大掛かりとなって製作コストも高くなり、また、レーザ特有のスペックル干渉パターンによる画質低下も生ずる。また、ホログラフィ技術は、予め写真乾板上に作成したホログラフィを用いて立体表示を行うものであるため、静止画には適するものの、動画の3次元表示には適していない。このことは、上記したIP法においても同様であり、予め写真乾板上に多数の小さな物体像を記録する工程が必要であることから動画には適していない。

【0007】

以上のことから、従来の技術では、真の意味での立体動画表示が可能なテレビジョンや街頭またはスタジアム等に設置される超大型表示装置を実現することは困難であった。

【0008】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、専用の眼鏡やコ

ヒーレント光を必要とせずに、静止画のみならず動画についても真の意味での立体表示が可能な 3 次元画像表示装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 記載の 3 次元画像表示装置は、複数の画素を配列して構成され各画素の駆動によって 2 次元画像を形成可能な 2 次元画像形成手段と、2 次元画像形成手段により形成された 2 次元画像を基に空間に 3 次元画像を形成する 3 次元画像形成手段とを備えている。

【0010】

この 3 次元画像表示装置では、2 次元画像形成手段における複数の画素の駆動によって形成された 2 次元画像 2 次元画像を基に、3 次元画像形成手段によって空間に 3 次元画像が形成される。

【0011】

請求項 2 記載の 3 次元画像表示装置は、請求項 1 記載の 3 次元画像表示装置において、2 次元画像形成手段が、それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に各々 2 次元画像を形成可能な複数の 2 次元画像形成素子を含み、3 次元画像形成手段が、複数の 2 次元画像形成素子の各々に対向して設けられ対応する 2 次元画像形成素子から出射されて入射する光を空間中に拡散させて出射することが可能な光拡散素子と、光拡散素子から出射した光が 3 次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各 2 次元画像形成素子を制御する表示制御手段とを含むように構成したものである。

【0012】

この 3 次元画像表示装置では、対応する 2 次元画像形成素子から光拡散素子に入射した光は空間中に拡散するように出射される。そして、これらの出射光により、表示対象の 3 次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0013】

請求項 3 記載の 3 次元画像表示装置は、請求項 2 記載の 3 次元画像表示装置において、上記の表示制御手段が、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次元的に表した 2 次元画像データをそれぞれ対応する 2 次元画

像形成素子に供給することにより各2次元画像形成素子の表示動作を制御し、各光拡散素子から出射した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0014】

上記の請求項2記載の3次元画像表示装置において、光拡散素子は、入射される光を一点に集光することが可能な集光部と、この集光部により形成される集光点に位置する平面状の出射面とを有するように形成可能である。ここで、光拡散素子の集光部の入射面は、入射側に凸形状をなす非球面を含むように構成するか、もしくは集光点に曲率中心をもつ球面を含むように構成することが可能である。あるいは、光拡散素子の集光部がフレネルレンズを含むように構成するか、もしくは光拡散素子の集光部がその入射面に形成された干渉縞によって光を集光するものであるように構成することも可能である。また、請求項2記載の3次元画像表示装置において、光拡散素子を、所定パターンの干渉縞が形成された板状体またはフィルムとして構成し、入射される光を一点に集光し、または入射される光をそれが一点から拡散したかのように発散させる機能をもたせることも可能である。

【0015】

請求項10記載の3次元画像表示装置は、請求項2記載の3次元画像表示装置において、それぞれが複数の画素を配列して構成されると共に各々2次元画像を形成可能な複数の2次元画像形成素子を含むように2次元画像形成手段を構成し、複数の2次元画像形成素子の各々に対向して設けられ対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光をそのまま通過させる微小開口部と、各微小開口部を通過した光が3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像形成素子を制御する表示制御手段とを含むように3次元画像形成手段を構成したものである。

【0016】

この3次元画像表示装置では、対応する2次元画像形成素子からの出射光は微小開口部を通過して空間中に出射する。そして、これらの出射光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0017】

請求項 11 記載の 3 次元画像表示装置は、請求項 10 記載の 3 次元画像表示装置において、上記の表示制御手段が、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次的に表した 2 次元画像データをそれぞれ対応する 2 次元画像形成素子に供給することにより各 2 次元画像形成素子を制御し、各微小開口部を通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0018】

請求項 12 記載の 3 次元画像表示装置は、請求項 1 記載の 3 次元画像表示装置において、2 次元画像形成手段が、複数の画素を配列して構成され各画素の駆動によって 2 次元画像を形成可能な 2 次元画像形成パネルを含み、3 次元画像形成手段が、2 次元画像形成パネルに対向して配置されこの 2 次元画像形成パネルの各画素から出射されて入射する光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な光開閉セルを複数配列してなる光開閉セルアレイと、光開閉セルアレイを走査して各光開閉セルが順次開状態となるように制御する光開閉セル制御手段と、光開閉セル制御手段による光開閉セルアレイの走査に同期して 2 次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を順次移動させ、この画像形成範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が 3 次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように 2 次元画像形成パネルを制御する表示制御手段とを含むように構成したものである。

【0019】

この 3 次元画像表示装置では、光開閉セルアレイは、各光開閉セルが順次開状態となるように走査制御され、この走査に同期して、2 次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が順次移動するように制御が行われる。そして、順次移動していく画像表示範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光により、表示対象の 3 次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0020】

請求項 13 記載の 3 次元画像表示装置は、請求項 12 記載の 3 次元画像表示装

置において、上記の表示制御手段が、表示対象の 3 次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で 2 次元的に表した 2 次元画像データをそれぞれ 2 次元画像表示パネルにおける画像表示範囲の画素に供給することにより 2 次元画像表示パネルを制御し、開状態の光開閉セルを通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0021】

請求項 14 記載の 3 次元画像表示装置は、請求項 12 記載の 3 次元画像表示装置において、2 次元画像形成パネルおよび光開閉セルアレイの対を含む単位ユニットを複数配列すると共に、各単位ユニットの光開閉セルアレイごとに光開閉セル制御手段を設けて、光開閉セル制御手段が、各光開閉セルアレイにおける互に対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように、対応する各光開閉セルアレイの走査を制御し、表示制御手段が、各光開閉セル制御手段による各光開閉セルアレイの走査に同期して複数の単位ユニットの各 2 次元画像形成パネルにおける画像形成範囲を移動させ、各画像形成範囲の各画素から出射して対応する光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光が 3 次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように 2 次元画像形成パネルを制御するように構成したものである。

【0022】

この 3 次元画像表示装置では、2 次元画像表示パネルと光開閉セルアレイとを有する単位ユニットが複数配列されている。これらの複数の単位ユニットの各光開閉セルアレイは並列に走査され、互に対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように制御が行われる。一方、複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して、複数の表示ユニットの各 2 次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が並列に（一斉に）移動するように制御が行われる。各画像表示範囲の各画素からの出射光は対応する光開閉セルアレイにおける開状態の光開閉セルを通過し、これらの通過光により、表示対象の 3 次元画像を構成する多数の点光源像が空間中に形成される。

【0023】

請求項 15 記載の 3 次元画像表示装置は、請求項 14 記載の 3 次元画像表示装

置において、表示制御手段が、表示対象の3次元画像の全体または一部を互いに異なる視点で2次的に表した2次元画像データをそれぞれ複数の表示ユニットにおける各2次元画像表示パネルの画像表示範囲の画素に供給することにより各2次元画像表示パネルを制御し、開状態の光開閉セルを通過した光によって多数の点光源像を空間中に形成させるようにしたものである。

【0024】

請求項16記載の3次元画像表示装置は、2次元画像形成手段が、形成される2次元画像が時間的に変化することとなるように画像形成動作を制御する画像形成制御手段を含み、3次元画像形成手段が、2次元画像形成手段により形成された2次元画像の投射方向がその2次元画像の時間的な変化に対応して変化することとなるように2次元画像の投射方向を偏向させる偏向手段を含むように構成したものである。

【0025】

この3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段により形成された時間的に変化する2次元画像の投射方向が、その2次元画像の時間的な変化に対応して変化することとなるように、2次元画像の投射方向が偏向される。これにより、様々な方向に投射された2次元画像の残像によって、空間に3次元画像が観測されることになる。

【0026】

請求項16記載の3次元画像表示装置では、偏向手段が、電界方向に沿って液晶分子が整列して、その電界方向にのみ光を透過させるように機能する透過方向可変型の液晶素子を含むものであるようにすることが可能である。この3次元画像表示装置では、さらに、2次元画像投射方向を偏向手段による偏向方向と異なる方向に拡散させるための拡散手段を備えるようにしてもよい。また、この3次元画像表示装置では、画像形成制御手段が、偏向手段によって偏向される2次元画像の投射方向に応じて、その偏向方向における2次元画像の倍率を変化させるように画像形成動作を制御するようにしてもよい。

【0027】

また、請求項16記載の3次元画像表示装置では、2次元画像形成手段が、さ

らに、符号化された 2 次元画像データを受信する受信手段と、受信手段によって受信された 2 次元画像データを復号化する復号化手段とを含むようにしてもよい。ここで、偏向手段が、2 次元画像の投射方向を偏向させる動作を周期的に行うものである場合には、受信手段により受信される符号化された 2 次元画像データが、偏向手段による偏向動作の周期に同期したタイミング位置に配置され、2 次元静止画データを独立して圧縮符号化して得られた第 1 の圧縮符号化データと、第 1 の圧縮符号化データに隣接した位置に配置され、第 1 の圧縮符号化データとの差分を表す差分データで構成される第 2 の圧縮符号化データとを含むものであるようにしてもよい。

【0028】

また、請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置では、画像形成制御手段が、時分割的な画素駆動制御または空間的な画素駆動制御の少なくとも一方を行うことにより、中間階調の 2 次元画像を形成可能であるようにしてもよい。また、偏向手段が、光を透過させる際にその投射方向を偏向させるものであるようにしてもよい。また、偏向手段が、入射光を反射する際にその投射方向を偏向させるものであるようにしてもよい。また、偏向手段が、回転可能に配設されたプリズムまたは反射ミラーを複数個配列して構成されたものであるようにしてもよい。

【0029】

また、請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置では、入射される光をその入射位置に対応した方向に偏向させることが可能なホログラムを利用して偏向手段を構成することが可能である。この場合において、偏向手段は、上記のホログラムを光の入射方向と異なる方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるものであるようにしてもよい。また、規則的に配列された複数組のホログラムを含むように偏向手段を構成してもよい。

【0030】

また、請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置では、上記のホログラムが板状部材に形成されたものであるようにしてもよい。この場合、偏向手段は、この板状部材を光の入射方向と異なる方向に往復移動させることによって入射光を順次偏向させることが可能である。

【0031】

また、請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置では、上記のホログラムがフィルム状部材に形成されたものであるようにしてもよい。この場合、偏向手段は、フィルム状部材を光の入射方向と異なる一つの方向に移動させることによって入射光を順次偏向させることが可能である。

【0032】

また、請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置では、上記のホログラムが所定の曲面上に形成されたものであるようにしてもよい。この曲面は、例えば、円筒面とすることが可能である。

【0033】

また、請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置では、偏向手段が、印加される信号電圧に応じて局所的に厚みが変化して表面に凹凸を生ずる光透過性部材を利用して構成されたものであるようにしてもよい。

【0034】

また、請求項 16 記載の 3 次元画像表示装置では、偏向手段が、2 次元画像形成手段による画像形成に供せられる以前の光を偏向させることによって 2 次元画像の投射方向を偏向させるものであるようにしてもよい。この場合、偏向手段は、回動する反射体または屈折体を含んで構成可能である。また、偏向手段が、往復移動する光源と、この光源から出射した光を 2 次元画像形成手段に導く光学系を含むものであるようにしてもよい。また、偏向手段が、2 次元画像形成手段により形成される 2 次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源を含むものであるようにしてもよい。

【0035】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0036】

〔第 1 の実施の形態〕

図 1 は本発明の一実施の形態に係る 3 次元画像表示装置を構成する 3 次元表示スクリーンの正面構造を表し、図 2 はこの 3 次元画像表示装置における図 1 の A

A' 線に沿った断面構造を表し、図3は図2に示した3次元表示スクリーンの断面構造の一部を拡大して表すものである。図1に示したように、この3次元表示スクリーン10は、水平方向（図の左右方向）および垂直方向（図の上下方向）にそれぞれ一定間隔でマトリクス状に配列されたスクリーンドット11を有している。図2および図3に示したように、3次元表示スクリーン10は、可視光を殆ど損失なく透過させることが可能な透明材料で形成され、マトリクス状に配列された多数の光拡散素子12と、各光拡散素子12の後述する入射面12b側に対向して配置された液晶表示素子（以下、LCDという。）13とを備えている。

【0037】

各光拡散素子12は、基台部12aと、基台部12aの一方の側に外に凸をなすように形成された入射面12bと、基台部12aの他方の側に平面として形成された出射面12cとを有している。入射面12bは、例えば放物面等のように、入射側に凸形状をなす非球面として形成されている。なお、すべての光拡散素子12は一体に形成するのが好適である。ここで、入射面12bが本発明における「集光部」に対応し、出射面12cが本発明における「出射面」に対応する。

【0038】

各LCD13は、例えば水平方向に15個の画素（液晶セル）、垂直方向に9個の画素を配したマトリクス構成となっており、支持部材14によって光拡散素子12に固設されている。なお、図3では便宜上、水平方向における9画素と9本の光線のみを図示している。但し、これらの画素数に限定されるのではなく、適宜変更可能である。LCD13の各画素は、表示対象の3次元画像の全体または各部分を互いに異なる視点からそれぞれ2次元静止画として表した画像データによって駆動されるようになっている。そして、1組の光拡散素子12およびLCD13によって1つのスクリーンドット11を構成している。

【0039】

図2に示したように、3次元表示スクリーン10の背後には、複数のスクリーンドット11ごとに1つのコリメータレンズ20が配置され、さらにその背後には発光ダイオード31を有する光源部30が設けられている。そして、発光ダイ

オード 31 から発せられた光はコリメータレンズ 20 によって平行光に変換されて LCD 13 に入射するようになっている。コリメータレンズ 20 は、例えば図 2 に示したように、フレネルレンズ等で構成可能である。

【0040】

図 3 に示したように、コリメータレンズ 20 から出射された平行光は、LCD 13 の各画素を構成する液晶セルを通過するときに選択的に変調を受けて光拡散素子 12 の入射面 12b に入射し、この入射面 12b で屈折して出射面 12c 上の一点（集光点 12d）に集光するようになっている。この集光点 12d に集光した光は、ここでさらに屈折して空間中にほぼ均一に拡散して出射する。ここで、例えば光拡散素子 12 における入射面 12b の開口数（NA）を 0.55 とし、基台部 12a の屈折率を 1.80 とすると、光が入射面 12a によって集光点 12d に集光するときの実効開口数は、 $0.55 \times 1.80 = 1.0$ より、1.0 となる。したがって、集光点 12d に集光した光が出射面 12c から空間中に射出するときの拡散角は 180 度となる。すなわち、集光点 12d を点光源とした拡散光が空間中に射出されることとなる。ここで、LCD 13 が本発明における「2次元画像形成素子」に対応し、光拡散素子 12 が本発明における「光拡散素子」に対応する。

【0041】

図 4 は上記のような構成の 3次元表示スクリーン 10 の表示制御を行う表示制御回路を表すものである。この表示制御回路 40 は、複数の部分画像データからなる 2次元静止画データ 48 を入力するためのデータ入力部 41 と、入力された 2次元静止画データ 48 を一旦蓄えるデータバッファ 42 と、データバッファ 42 に蓄えられた 2次元静止画データ 48 を複数の部分画像データとして分配出力する分配部 43 と、分配部 43 から出力された各部分画像データをそれぞれ一旦蓄えると共に、各部分画像データを所定のタイミングで対応する LCD 13 に一斉に出力するバッファメモリ 44 と、以上の各部を制御する主制御部 45 とを備えている。ここで、部分画像データとは、後述の具体例で説明するように、表示対象の 3次元静止画像の各部を互いに異なる視点から 2次元的に表したデータをそれぞれ反転して作成したデータである。ここにいう反転とは、上下方向および

左右方向のみならず、奥行き方向（すなわち、3次元表示スクリーン10に表示した場合において、3次元表示スクリーン10と垂直の方向）においても画像が反転することを意味する。このように予め反転しておくのは、元の画像（LCD 13に与えられた画像）が光拡散素子12によって反転することを見越したもので、最終的に得られる空間立体画像がデスマスクのような凹凸の反転したものになってしまうのを防止するためである。なお、上記の所定のタイミングとは、主制御部45によって指示されるタイミングである。ここで、表示制御回路40が本発明における「表示制御手段」に対応する。

【0042】

次に、図1～図5を参照して、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、図5は3次元表示スクリーン10を真上から見た状態を表すものである。但し、図5では図2に示した光源部30およびコリメータレンズ20の図示を省略している。

【0043】

まず、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データをそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止画データ48として表示制御装置40のデータ入力部41（図4）に入力する。ここで、「部分画像データ」は、例えば、被写体に対して相対的に（例えば左方から右方へ）移動するカメラにより一定移動距離ごとに被写体を撮影して得られるものであるが、そのほかコンピュータグラフィクスによって作成されたものであってもよく、あるいは、CT (Computerized Tomography) スキャン画像やX線によるレントゲン像、さらには、超音波診断装置によって得られた画像であってもよい。3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部41に入力する。

【0044】

データ入力部41に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ42に蓄えられた後、分配部43により、各部分画像データとして対応するバッファメモリ44に分配出力され、それぞれに一旦蓄えられる。これらの各バ

ツファメモリ 44 に蓄えられた部分画像データは、主制御部 45 からの出力タイミング信号に同期して、対応する LCD 13 に一斉に出力される。

【0045】

一方、図 2 に示したように、光源部 30 の発光ダイオード 31 から発せられた光は、コリメータレンズ 20 によって平行光束に変換されて、LCD 13 に垂直に入射する。図 3 に示したように、各画素に入射した光はそこで部分画像データの対応画素データに応じた強度変調を受け、そのまま各画素と垂直に出射する。ここで、各画素で行われる強度変調は、“0”，“1”の 2 階調の変調であってもよいし、あるいは 3 階調以上の多階調の変調であってもよい。

【0046】

図 3 に示したように、各 LCD 13 の各画素から出射した光線は、対応する光拡散素子 12 の入射面 12b に入射し、ここでそれぞれ屈折して出射面 12c 上の集光点 12d に集光したのち、空間中に拡散して出射する。これにより、図 5 に示したように、3 次元表示スクリーン 10 の前方の空間には、各スクリーンドット 11 の光拡散素子 12 からそれぞれ出射した光線によって多数の点光源像 P が形成されることとなる。これらの点光源像は、3 次元表示スクリーン 10 の水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として 3 次元静止画像を構成する。したがって、3 次元表示スクリーン 10 の前方に位置する観測者 Q は、空間中に立体的な空間画像 R を観察することができる。

【0047】

このとき、LCD 13 の互いに対応する画素における変調の強さを各スクリーンドット 11 ごとに変化させるようにすれば、観測者 Q によって観測される点光源像 P の強度は見る方向によって異なることとなる。したがって、この場合には、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができる。例えば、金属面で光が反射する様子を忠実に表現することも可能である。

【0048】

また、図 5 に示した例では、各スクリーンドット 11 の光拡散素子 12 からの出射光の水平方向における発散角がほぼ 180 度に近いものとなっているので、水平方向の視野角もまた 180 度に近いものとなる。このため、観測者 Q は左右

に移動することによって空間画像Rの側面まで見ることができる。

【0049】

また、以上のような処理を、連続した内容の各3次元静止画ごとに高速（例えば30分の1秒程度）の周期で行うようにすれば、3次元表示スクリーン10（図5）の前方空間に3次元動画像を出現させることができ、観測者Qは、眼の残像現象によってリアルな立体動画像を観察することができる。

【0050】

次に、図6～図11を参照して、本実施の形態の具体例を説明する。

【0051】

本具体例では、説明の簡略化のため、図6（a）に示したように、「COMETS」という平面的な文字を空間中に表示するものとして説明する。ここではまず、同図（a）に示したように、「COMETS」の文字画像を水平方向に31個、垂直方向に5個の画素に分割する。そして、同図（b）に示したように、各画素を2値データ“0”または“1”で表現する。ここで、データ“1”は明点画素を示し、データ“0”は暗点画素を示す。ここでは、水平方向の画素にX1～X31の番号を付し、垂直方向の画素にY1～Y5の番号を付すものとする。

【0052】

次に、各水平方向データから15ビットずつデータを切り出す。例えば、図6（b）のY1列のデータについて考えると、図7に示したように、31ビットの元データの左右にそれぞれ14ビットずつのダミーデータを付加して合計59ビットのデータとした上で、左端から順に1ビットずつシフトしながら15ビットずつのデータを切り出していく。

【0053】

ここで、左右に14ビットずつのダミーデータを付加するのは、次のような理由からである。すなわち、図11（a）に示したように、空間画像の左端側および右端側の各7ドット分についても正しく表示されるようにするには、3次元表示スクリーン10の水平方向において、表示対象画像「COMETS」の水平方向画素数に対応した31ドットのスクリーンドット11の左右にさらに7ドットずつのスクリーンドット11が必要となる。このため、実際には表示されない仮

想空間ドット（14+14）を考慮すると、全部で45+14=59個の空間ドットを形成することとなり、これに対応して59ビットのデータが必要となるのである。なお、ここに示した図11（a）は、3次元表示スクリーン10と空間画像の各ドット（点光源像）との位置関係を表すものであり、同図（b）は3次元表示スクリーン10の前方に出現する空間画像を表すものである。このうち、図11（a）は3次元表示スクリーン10を真上から見た状態を表し、同図（b）は3次元表示スクリーン10の正面から見た状態を表すものである。但し、同図（a）では、図2に示した光源部30およびコリメータレンズ20の図示を省略している。同図（a）では、同図（b）の空間画像のうちの最上段のドット列のみを示しており、実際に出現するドット（点光源像）を黒丸（●）で表示している。

【0054】

本具体例では、図8に示したように、合計59ビットのデータから15ビットのデータが45組切り出される。

【0055】

次に、図8に示した45組の切出データのそれぞれについて、上下ビット（図の左右）を入れ換える反転処理を行い、図9に示したような45組の反転データを得る。この図で、スクリーンドット番号とは図11に示した3次元表示スクリーン10の各スクリーンドット11の左端から右方向に向かって順に付した番号である。

【0056】

以上のような処理を図6（b）のY2～Y5列のデータについてもそれぞれ同様にを行い、各列についてそれぞれ図9に示したような45組の反転データを得る。そして、Y1～Y5の各列について得られた反転データを、それぞれ、対応する番号のスクリーンドット11のLCD13に供給する。このとき、Y1列についての反転データは、LCD13の最下段の画素列に3次元表示スクリーン10の前方から見て左端から順に供給され、Y5列についての反転データはLCD13の最上段の画素列に左端から順に供給される。すなわち、LCD13に供給されるデータは、水平方向のみならず垂直方向においても反転されて供給されるこ

となる。より具体的には、例えば図9に示したY1列についての反転データのうち、スクリーンドットD1用の反転データ“0000000000000000”の各ビットは、このスクリーンドットD1（図11）におけるLCD13の最下段の画素列に左端から順に供給され、スクリーンドットD2用の反転データ“1000000000000000”の各ビットは、このスクリーンドットD2におけるLCD13の最下段の画素列に左端から順に供給される。その他のスクリーンドットD3～D45についても同様である。

【0057】

図10は、Y1列についての反転データがスクリーンドットD15～D19のLCD13に供給されて各最下段の画素列を駆動したときの状態を表すものである。この図で、LCD13における斜線を付した画素は“0”状態（閉状態）を示し、斜線を付していない画素は“1”状態（開状態）を示す。この図に示したように、各スクリーンドット11において、LCD13の開状態の画素を通過した光線が光拡散素子12からそれぞれ定められた方向に出射し、3次元表示スクリーン10の前方空間に多数の点光源像Pを形成する。図10および図11に示したように、本具体例では、各スクリーンドット11からそれぞれ最大で15本の光線が出射される。言い換えると、各点光源像Pは常に15個のスクリーンドット11からの光線によって形成されることとなる。

【0058】

図12は3次元表示スクリーン10の前方空間に平面的な「COMETS」の文字が出現した状態を俯瞰して表すものである。この図に示したように、本具体例では元の画像を平面的な文字画像としたので、空間に浮かんだように表示される画像もまた平面的で奥行きのないものとなる。これに対して、元の画像を立体的な「COMETS」の文字とすれば、図13に示したように、奥行きのある立体的な「COMETS」の文字を3次元表示スクリーン10の前方空間に出現させることができる。

【0059】

なお、3次元表示スクリーン10の各スクリーンドット11からの発散角、すなわち視野角はみな等しくなるように構成するのが通常である。この場合、図1

4に示したように3次元表示スクリーン10から離れれば離れるほど、より多くのスクリーンドット11からの出射光が空間ドット（点光源像）の形成に寄与することとなる。例えば同図に示したように、3次元表示スクリーン10の前方空間内のすべての位置において視野角 θ が一定であるとする、3次元表示スクリーン10から遠い距離Aを隔てた位置においては21個という多数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成されるのに対し、より3次元表示スクリーン10に近い距離Bの位置においては、11個というより少ない数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成される。さらに、より3次元表示スクリーン10に近い距離Cの位置においては、3個という極めて少ない数のスクリーンドット11によって1つの空間ドットが形成されることとなる。したがって、観測者Qにとっては、より遠い空間（3次元表示スクリーン10に近い空間）に出現する立体画像よりも、より手前の空間（3次元表示スクリーン10からより離れた空間）に出現する立体画像の方が、より高い角度分解能をもって観測できることとなる。ここで、角度分解能とは、観測者Qが、点光源像Pに対する視点を左右または上下に振ったときに、どの程度の振り角周期でその点光源像Pが見え隠れするかを示すものである。

【0060】

なお、ここに示した具体例では、図7に示したように、1ビットずつシフトさせながら切り出しを行うようにしたが、2ビットあるいはそれ以上のビット数ずつシフトさせながら切り出しを行うようにしてもよい。この場合において、何ビットずつシフトさせるかは、視野角およびスクリーンドット11のピッチに応じて適宜決定する。

【0061】

以上のように、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、従来のIP法のように写真乾板上に固定的に形成された多数の小さな物体像を用いて空間像を作るのではなく、画像内容の変更が容易なLCD13という電気光学的素子を用いて物体像を形成し、このLCD13上の物体像を空間に投射して空間像を形成するようにしたので、従来は物体の撮影後に必要であった写真乾板の現像や写真乾板の配置等の煩雑な前準備を大幅に省略化または簡略化することができる。本実

施の形態の 3 次元画像表示装置では、予め撮影して得た画像を電氣的に処理して画像データを作成し、これを LCD 13 に与えるだけで済むからである。

【0062】

また、本実施の形態の 3 次元画像表示装置においては、LCD 13 に与える画像の内容を高速で変更できることから、従来の IP 法では困難だった立体動画の表示も実現可能である。

【0063】

さらに、本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、従来のホログラムを用いた装置のようにコヒーレント光を必要とするものではなく、上記した発光ダイオード 31 等のような非コヒーレントな光源を使用可能であるため、設計上もコスト上も有利である。但し、半導体レーザ等のコヒーレントな光源を使用してもよいことはもちろんである。

【0064】

さらに、本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、光源部 30 からの光を平行光束にしてから LCD 13 に入射させると共に、LCD 13 を通過した光を光拡散素子 12 において一旦集光してから発散させるようにしている。すなわち、光源部 30 からの光は発散せずにその殆どすべてが LCD 13 を通過して光拡散素子 12 から出射される。ここで、光拡散素子 12 の集光点 12 d はピンホールカメラにおけるピンホールとみなすことができるから、結局、LCD 13 および光拡散素子 12 における吸収や反射による損失を除いて、ほぼすべての光をピンホールに集中させて利用することができる。したがって、3 次元空間画像表示の高輝度化が可能である。

【0065】

なお、本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、光拡散素子 12 のサイズは LCD 13 のサイズと同等であることが必要なので、各スクリーンドット 11 のサイズが比較的大きくなる傾向にある。したがって、本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、上記した高輝度表示の可能性や空間分解能の点を考慮すると、家庭用のテレビジョン受像機というよりは、むしろ、街頭、映画館あるいはスタジアム等に設置される大画面の 3 次元表示装置に適用するのが好適といえる。

【0066】

次に、本実施の形態の3次元画像表示装置についてのいくつかの変形例をあげて説明する。

【0067】

本実施の形態の図3に示した例では、光拡散素子12の入射面12bを放物面等の非球面として形成するようにしたが、光拡散素子をいわゆるSIL (Solid Immersion Lens) として形成するようにしてもよい。このSILは、例えば図15に示したように、基台部112aの入射面112bを球面として形成すると共に、この入射面112bとLCD13との間に集光レンズ115を配置したものである。この場合には、入射面112bである球面の曲率中心が基台部112aの出射面112c上に位置するように基台部112aを形成すると共に、集光レンズ115から出射した光束が基台部112aの入射面112bで屈折せずに直進するように構成する。すなわち、集光レンズ115の焦点位置と出射面112cとを一致させる。その他の構成は図3の光拡散素子12と同様であり、同一構成要素には同一の符号を付している。

【0068】

また、図16に示したように、図15における球面からなる入射面112bに代えて、この入射面112bと同等の効果をもつフレネルレンズ122bを配置して光拡散素子122を構成し、この光拡散素子122を用いたスクリーンドット121を3次元表示スクリーン120上に配列するようにしてもよい。

【0069】

また、図17に示したように、光拡散素子132の入射面132bを平面にすると共に、この入射面132bに図18に示したような同心円状の干渉縞パターン116を形成し、このような構成の光拡散素子132を用いたスクリーンドット131を3次元表示スクリーン130上に配列するようにしてもよい。なお、図18は図17におけるB-B'断面を表すものである。その他の構成は図3の場合と同様であり、同一構成要素には同一の符号を付している。このような構成の光拡散素子132においては、基台部132aに入射した光は入射面132bの干渉縞パターン116によって回折を受けて出射面132c上に集光し、ここ

から空間中に拡散して出射する。なお、入射面 132b の干渉縞パターン 116 は、例えば次のようにして作成することができる。

【0070】

まず、マスターとなる記録媒体に対して再生用参照光が照射されたときに所望の再生光（ここでは、基台部 132a の出射面 132c 上に集光する光束）を発生させるための 3 次元干渉パターンを計算すると共に、この 3 次元干渉パターンを複数の部分干渉パターンに分割し、各部分干渉パターンについて記録時参照光および記録時情報光を計算する。次に、記録媒体を搬送しつつ、記録時参照光および記録時情報光を照射可能な記録ヘッドを移動させて、記録媒体と記録ヘッドとの相対的な位置関係を変えながら、記録ヘッドによって記録時参照光および記録時情報光を記録媒体に照射して部分ホログラムを形成し、最終的なマスター用ホログラム記録媒体を作成する。次に、こうして作成されたマスター用ホログラム記録媒体を基に、以下のようにして、多数のホログラムレプリカを複製することができる。すなわち、上記のマスター用ホログラム記録媒体と未記録記録媒体とを重ね合わせた状態で、これらの双方の記録媒体に対して、マスター用ホログラム記録媒体のホログラムにより再生光が発生するように参照光を照射し、この参照光の照射によって各ホログラムより発生される再生光と参照光との干渉により生ずる干渉パターンを未記録記録媒体に対して記録する。これにより、マスター用ホログラム記録媒体のホログラムを反転した形の干渉パターンのホログラムが記録された記録媒体ができあがる。このようにして作成された記録媒体をいわばスタンバとして用いて、上記の複製工程を行うことにより、元のマスター用ホログラム記録媒体と同一のホログラムレプリカを多数複製することができる。

【0071】

ところで、以上例示した各光拡散素子は、いずれも、入射光を出射面上に一旦集光してから空間中に拡散させて出射するという作用を有するものであり、例えば図 3 の例では光拡散素子 12 の出射面 12c（すなわち、3 次元表示スクリーン 10 の表面）上に位置する点光源（集光点 12d）から光が拡散するように構成しているが、このほか、次に示すように例えば 3 次元表示スクリーン 10 の背後に位置する点光源（集光点）から光が拡散するように構成してもよい。

【0072】

図19はそのような光拡散素子の断面構成を簡略化して表したものである。この図に示した光拡散素子142は、LCD13の各画素に対応した位置にそれぞれ空間座標指定セル142aを配列して構成したシート状の空間座標指定素子であり、この光拡散素子142とLCD13とによって1つのスクリーンドット141を構成している。光拡散素子142の各空間座標指定セル142aは、入射する光線を予め個々に定められた方向に回折するという機能を有するもので、いわゆる体積ホログラムによって構成可能である。ここで、光の回折方向は各空間座標指定セル142aごとに異なっており、3次元表示スクリーン140の背後の仮想発光点Pvからすべての光が発せられたかのように見えるように設定されている。

【0073】

ここで、上記のような構成の光拡散素子142について、具体的な数値例をあげる。各LCD13の水平方向の画素数を現実的な値（例えば1024画素）とし、視野角を例えば90度に設定するものとする、光拡散素子142の角度分解能は $90^\circ / 1024 \text{画素} = 0.088^\circ$ となる。一方、体積ホログラムを用いた空間座標指定素子の角度分解能は、通常、その厚みに依存し、例えば100 μm の厚さでは0.25度、500 μm の厚さでは0.05度、1000 μm の厚さでは0.025度、5000 μm の厚さでは0.005度という値が得られている。したがって、光拡散素子142の厚さを約500 μm 程度に設定すれば、その角度分解能を上記のように0.088度以下にすることは十分可能である。

【0074】

このような光拡散素子142を用いてスクリーンドット141を構成した場合には、図3の光拡散素子12を用いた場合と異なって切出データ（図8）の反転処理（上下ビットの入れ換え）を行う必要がなく、前処理が簡単になる。図3の光拡散素子12は一種の凸レンズ的作用を有するため、それを通過した光は倒立実像を形成するのに対し、図19に示した光拡散素子142は一種の凹レンズ的作用を有し、それを通過した光は正立虚像を形成するからである。なお、このよ

うな空間座標指定セル 142a からなる光拡散素子 142 は、図 17 で説明した方法と同様の方法で作成および複製することが可能である。

【0075】

また、上記した図 2 においては、複数のスクリーンドット 11 ごとに、これらに対向するようにして、フレネルレンズからなるコリメータレンズ 20 を配置し、これにより光源部 30 からの発散光を平行光束に変換するようにしたが、本発明はこれに限定されず、その他の構成によって平行光束を得るようにしてもよい。例えば図 20 に示したように、光拡散素子 12 と同様の構成のコリメータレンズ 20' を、その出射面 152b が LCD 13 に向くようにして各光拡散素子 12 ごとに配置する。ここで、コリメータレンズ 20' の基台部 152a、出射面 152b および入射面 152c は、それぞれ、光拡散素子 12 の基台部 12a、入射面 12b および出射面 12c に対応する。コリメータレンズ 20' の光軸と光拡散素子 12 の光軸とを一致させ、この光軸とコリメータレンズ 20' の入射面 152c との交点に発光ダイオード 31 を配置する。なお、本図では図 2 に示した支持部材 14 の図示を省略している。このような構成によれば、発光ダイオード 31 から出射されてコリメータレンズ 20' の基台部 152a 内に発散した光線は出射面 152b によってそれぞれ屈折し、中心光軸と平行な光線となって LCD 13 に垂直入射する。この変形例では、光拡散素子 12 とコリメータレンズ 20' とを同一構成として部品の共通化を図ることができるので、部品点数の削減が可能である。

【0076】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。

図 21 は本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この 3 次元画像表示装置は、LCD 60 を水平および垂直方向にそれぞれ複数配列して構成した LCD パネル 61 と、複数のピンホール素子 62 を含んで構成されると共に LCD パネル 61 と平行に対向配置された 3 次元表示スクリーン 63 とを備えている。LCD パネル 61 の背後には、図示しない拡散プレートと光源部とが配置されている。なお、この図では、便宜上、LCD パネ

ル 61 と 3 次元表示スクリーン 63 との間隔相当離して描いているが、両者をより接近させて配置するようにしてもよい。ここで、LCD パネル 61 が本発明における「2 次元画像形成素子」に対応する。

【0077】

各 LCD 60 は、水平方向に H 個、垂直方向に V 個の画素をマトリクス状に配列して構成したものであり、上記第 1 の実施の形態における LCD 13（図 2，図 3）に対応するものである。そして、各 LCD 60 に対して上記第 1 の実施の形態で説明した部分画像データを与えることにより、それぞれが 2 次元静止画を形成可能になっている。3 次元表示スクリーン 63 の各ピンホール素子 62 は、1 枚の LCD 60 につき 1 つずつ、対応する LCD 60 の中央部に対向する位置に配置されている。

【0078】

図 22 は、図 21 の 3 次元表示スクリーン 63 における C-C' 断面構造を拡大して表すものである。この図に示したように、3 次元表示スクリーン 63 は、ピンホールプレート 64 と、このピンホールプレート 64 を挟み込むようにして配置された入射プレート 65 および出射プレート 66 とを含んで構成されている。ピンホールプレート 64 は遮光性のある材料で形成されると共に、ピンホール 64a を有している。入射プレート 65 および出射プレート 66 は共に可視光線に対して透明な材料で形成され、それぞれ、ピンホールプレート 64 のピンホール 64a に球心をもつ球面からなる入射面 65a および出射面 66a を有している。そして、ピンホール 64a、入射面 65a および出射面 66a によって 1 つのピンホール素子 64（図 21）を構成している。ここで、ピンホール 64a が本発明における「微小開口部」に対応する。

【0079】

なお、本実施の形態の 3 次元画像表示装置を駆動する回路は、上記第 1 の実施の形態で説明した表示制御回路 40（図 4）において、LCD 13 に代えて LCD 60 を配したものと同等であり、以下の説明では図 4 を用いて説明する。

【0080】

次に、このような構成の 3 次元画像表示装置の動作を説明する。

【0081】

本実施の形態における各LCD60の駆動方法は上記第1の実施の形態の場合と同様である。すなわち、まず、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データをそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静

図19はそのような光拡散素子の断面構成を簡略化して表したものである。この「画像データ」の作成の仕方は上記第1の実施の形態で説明したとおり、被写体の実写により得られるもののほか、コンピュータグラフィクス等によって得られた画像であってもよい。3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部41に入力する。

【0082】

データ入力部41に入力された2次元静止画データ48は、一旦、データバッファ42に蓄えられた後、分配部43により、各部分画像データとして対応するバッファメモリ44に分配出力され、それぞれに一旦蓄えられる。これらの各バッファメモリ44に蓄えられた部分画像データは、主制御部45からの出力タイミング信号に同期して、対応するLCD13に一齐に出力される。

【0083】

一方、図21において、図示しない光源部から発せられた光は、図示しない拡散プレートによって拡散されて均一化され、LCDパネル61の各LCD60に入射する。各LCD60の画素に入射した光はそこで部分画像データの対応画素データに応じた強度変調を受け、各画素から発散するようにして出射する。この場合も、上記第1の実施の形態の場合と同様に、各画素で行われる強度変調は“0”，“1”の2階調の変調であってもよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

【0084】

図21に示したように、各LCD60の各画素から出射した光線のうち、3次元表示スクリーン63における対応するピンホール素子62に向かった光線は、ピンホール素子62の入射面65aで屈折せずに直進してピンホール64aを通

過し、さらに、出射面66aで屈折せずにそのまま直進し、3次元表示スクリーン63から出射する。これにより、3次元表示スクリーン63の前方空間には、各ピンホール素子62からそれぞれ出射した光線によって多数の点光源像が形成されることとなる。これらの点光源像は、3次元表示スクリーン10の水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として3次元静止画像を構成する。したがって、3次元表示スクリーン63の前方に位置する観測者Qは、空間中に立体的な空間画像を観察することができる。このとき、LCD60の互いに対応する画素における変調の強さを各LCD60ごとに変化させるようにすれば、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができ、金属面での光反射状態の表現も可能である。

【0085】

本実施の形態においても、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各LCD60に順次与えるようにすることにより、3次元動画像の表示が可能である。ここで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的数値例をあげて説明する。

【0086】

図21において、LCD60を構成する水平方向および垂直方向の各画素数H、Vを、それぞれ例えば256、144とすると共に、各画素の駆動速度を例えば1 μ sec（マイクロ秒）とし、さらに、3ドット同時サンプリングを行って表示するものとする。ここで、3ドット同時サンプリングとは、水平方向の画素を3ドット分同時に駆動することをいう。この場合、LCD60によって1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $256 \times 144 \times 1 \mu\text{sec} / 3 = 12.288$ より、約12.3msec（ミリ秒）となる。すなわち、3次元表示スクリーン63によって全体として1枚の2次元静止画を表示させる時間を、通常のテレビジョンのフレーム周期である30msec以下にすることは十分に可能である。したがって、観測者Qにとって違和感のない3次元動画像を表示することが可能である。

【0087】

また、LCD60の各画素数H、Vを、それぞれ例えば1024、576とし

、各画素の駆動速度を例えば $1\mu\text{sec}$ とし、24ドット同時サンプリングを行って表示するものとする、LCD60によって1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $1024 \times 576 \times 1\mu\text{sec} / 24 = 24.576$ より、約24.6msecとなり、より高精細な3次元動画像表現が実現可能である。

【0088】

ところで、上記第1の実施の形態では、ピンホールとして機能する光拡散素子12とLCD13とを比較的近接させて配置すると共に、平行光によってLCD13を照明するようにしているため、LCD13と光拡散素子12のサイズはほぼ同等とする必要があり、LCD13の画素数をあまり多くすることができない。これに対して、本実施の形態では、LCD60から比較的距離をおいてピンホール素子62を配置すると共に、光源からの発散光によってLCD60を照明し、LCD60の各画素から発散する光線のうち、3次元表示スクリーン63のピンホール素子62に向かう光線を利用して空間画像表現を行うようにしたので、3次元表示スクリーン63のピンホール素子62のサイズに比べてLCD60を相当大きくすることができる。すなわち、上記の具体例にあげたようにLCD60の画素数を多数とすることができる。このため、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、観測者Qによって各視点ごとに観察される画像表現に関する限りにおいてより高精細なものとなる。

【0089】

〔第3の実施の形態〕

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。

上記第2の実施の形態の3次元画像表示装置によれば、観測者Qによって各視点ごとに観察される画像表現の高精細化が可能であるが、その一方において、3次元表示スクリーン63におけるピンホール素子62の配列ピッチD（図21）を大きくせざるを得ないため、角度分解能が第1の実施の形態の場合よりも悪化し、観測者Qが視点を変えるごとに立体画像が見え隠れするという現象が生ずるおそれがある。本実施の形態は、このような不具合をなくすために、角度分解能を向上させることができるようにしたものである。以下、図24～図28を参照して詳細に説明する。

【0090】

図24は本発明の第3の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この3次元画像表示装置は、多数の画素を水平および垂直方向にマトリクス状に配置して構成したピクチャLCDパネル70と、このピクチャLCDパネル70と平行に対向配置されたピンホールLCDパネル71とを備えて構成されている。ピクチャLCDパネル70の背後には、図示しない拡散プレートと光源部とが配置されている。なお、この図においても、便宜上、ピクチャLCDパネル70とピンホールLCDパネル71との間隔相当離して描いているが、両者をより接近させて配置するようにしてもよい。ここで、ピクチャLCDパネル70が本発明における「2次元画像表示パネル」に対応し、ピンホールLCDパネル71が本発明における「光開閉セルアレイ」に対応する。

【0091】

ピクチャLCDパネル70は、水平Xおよび垂直Yの方向にそれぞれH1、V1個の画素を含む部分画像表示領域SPが、一定の時間間隔ごとに1画素ずつ水平Xおよび垂直Yの方向に走査移動しながらアクティブになるように制御される構成になっている。したがって、ピクチャLCDパネル70の水平および垂直方向の画素数をそれぞれN、M個とすると、水平方向に走査移動する部分画像表示領域SPの数（言い換えると、水平方向において部分画像表示領域SPが停止する位置の個数）は $N - H1 + 1$ 個となり、垂直方向に走査移動する部分画像表示領域SPの数（言い換えると、垂直方向において部分画像表示領域SPが停止する位置の個数）は $M - V1 + 1$ 個となる。ここにいうアクティブとは、その領域の各画素にデータが供給されて実際に画像形成が行われる状態をいう。なお、部分画像表示領域SPは、上記第1の実施の形態におけるLCD13（図2、図3）および第2の実施の形態におけるLCD60に相当するものである。そして、時々刻々移動する部分画像表示領域SPに対して、それぞれ、上記第1の実施の形態で説明した各部分画像データを与えることにより、各時点における部分画像表示領域SPにそれぞれ異なる視点での部分静止画が形成されるようになっている。

【0092】

一方、ピンホールLCDパネル71の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCDパネル70において順次アクティブとなる部分画像表示領域SPの各中央部に対向する位置に配置されている。したがって、ピンホールLCDパネル71の水平方向および垂直方向の画素数は、上記した部分画像表示領域SPの水平および垂直方向の数 $N-H1+1$ 、 $M-V1+1$ に等しい。このピンホールLCDパネル71の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCDパネル70の部分画像表示領域SPの走査移動に同期して順次開状態となるように制御される。したがって、ピンホールLCDパネル71のピンホール画素PXのうちで開状態となるのは、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブとなっている部分画像表示領域SPに対応した画素のみである。結局、ピンホールLCDパネル71においては、開状態のピンホール画素PXが、ピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPの走査移動速度と同じ速さで走査移動するのである。

【0093】

図25は、図24に示したピンホールLCDパネル71の水平方向の断面構造を拡大して表すものである。この図に示したように、ピンホールLCDパネル71は、上記第2の実施の形態のピンホールプレート64（図22）と同様に機能するピンホールLCD72と、このピンホールLCD72を挟み込むようにして配置された入射プレート73および出射プレート74とを含んで構成されている。ピンホールLCD72の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCDパネル70の画素ピッチと同じピッチで配列されており、指定された画素のみが開状態となって入射光をそのまま通過させるようになっている。入射プレート73および出射プレート74は共に可視光線に対して透明な材料で形成され、それぞれ、ピンホールLCD72の各画素の中心に球心をもつ球面からなる入射面73aおよび出射面74aを有している。そして、ピンホールLCD72における開状態のピンホール画素PXと入射面73aと出射面74aとによって、上記第2の実施の形態におけるピンホール素子62（図21）に相当する1つのピンホール素子を構成している。ここで、ピンホールLCD72の各ピンホール画素PXが本発明における「光開閉セル」に対応する。

【0094】

図26は、本実施の形態の3次元画像表示装置の表示制御を行う表示制御回路180の概略構成を表すものである。この表示制御回路180は、複数の部分画像データからなる2次元静止画データ48が入力されると共に、この入力された2次元静止画データ48から同期信号184を抽出するデータ入力部181と、入力された2次元静止画データ48を一旦蓄えると共に、蓄えた2次元静止画データ48から各部分画像データを取り出してデータ入力部181からの同期信号184に同期したタイミングで出力するデータバッファ82と、データ入力部181からの同期信号184に同期して、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCD72に対して走査アドレス信号186を出力する走査アドレス指示部183と、以上の各部を制御する主制御部185とを備えている。ここで、部分画像データとは、上記各実施の形態の場合と同様に、表示対象の3次元静止画像の各部を互いに異なる視点から2次元的に表したデータをそれぞれ反転して作成したデータである。また、同期信号184は、2次元静止画データ48を構成する各部分画像データの開始タイミングを表す信号であり、走査アドレス信号186は、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブにすべき部分画像表示領域SPの位置とピンホールLCDパネル71における開状態にすべき画素の位置とを指示するための信号である。ここで、表示制御回路180が本発明における「表示制御手段」に対応し、主として走査アドレス指示部183が本発明における「光開閉セル制御手段」に対応する。

【0095】

次に、図24～図26のほかに図27および図28を参照して、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、図27はピクチャLCDパネル70およびピンホールLCDパネル71を上方から見た状態を表し、図28は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレートを図示を省略している。

【0096】

まず、上記各実施の形態の場合と同様に、図示しない画像処理装置において、表示対象の3次元画像の各部を互いに異なる視点で2次元的に表した画像データ

をそれぞれ反転して複数組の部分画像データを作成し、これらを2次元静止面データ48として表示制御装置180のデータ入力部181（図26）に入力する。なお、「部分画像データ」の作成の仕方は上記各実施の形態で説明したとおりである。また、3次元動画像を表示する場合は、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを作成して、順次、データ入力部81に入力する。

【0097】

データ入力部181に入力された2次元静止面データ48は、一旦、データバッファ182に蓄えられる。データ入力部181は、2次元静止面データ48から各部分画像データごとに同期信号184を抽出して、走査アドレス指示部183およびデータバッファ182に出力する。これを受けた走査アドレス指示部183は、ピンホールLCDパネル70およびピクチャLCDパネル71に対して、走査アドレス信号186を出力し、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブにすべき部分画像表示領域SPの位置とピンホールLCDパネル71における開状態にすべきピンホール画素PXの位置とを指示する。データバッファ182は、蓄えた2次元静止面データ48から1組の部分画像データを取り出し、これをデータ入力部181からの同期信号184に同期したタイミングでピクチャLCDパネル70に供給する。データバッファ182から供給された部分画像データは、ピクチャLCDパネル70における指示された部分画像表示領域SPに供給され、各画素を駆動する。

【0098】

一方、図24において、図示しない光源部から発せられた光は、図示しない拡散プレートによって拡散されて均一化され、ピクチャLCDパネル70の各画素に入射する。各画素に入射した光は、そこで部分画像データにおける対応画素データに応じた強度変調を受け、各画素から発散するようにして出射する。この場合も上記各実施の形態の場合と同様に、各画素で行われる強度変調は“0”，“1”の2階調の変調であってもよいし、あるいは3階調以上の多階調の変調であってもよい。

【0099】

図24に示したように、部分画像表示領域SPの各画素から発散して出射した光線のうち、ピンホールLCDパネル71における開状態のピンホール画素PXに向かった光線は、図25に示したように、入射プレート73の入射面73aで屈折せずに直進してピンホールLCD72の開状態のピンホール画素PXを通過し、さらに、出射プレート74の出射面74aでも屈折せずにそのまま直進し、ピンホールLCDパネル71から出射する。

【0100】

このような動作を同期信号84に同期して、各部分画像データごとに行う。すなわち、図27に示したように、ピクチャLCDパネル70におけるアクティブな部分画像表示領域SPを水平方向にSP1～SPnへと1ビットずつ移動させるのに対応して、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72の開状態ピンホール画素PXを水平方向にPX1～PXn ($n=N-H1+1$) へと1ビットずつ移動させると同時に、データバッファ82から1組の部分画像データを出力して、ピクチャLCDパネル70のアクティブな（すなわち、選択された）部分画像表示領域SPに供給する。水平方向の走査移動が終了すると、今度は、図28に示したように、ピクチャLCDパネル70の部分画像表示領域SPおよびピンホールLCD72のピンホール画素PXは共に、垂直方向に1ビット分移動し、さらに、その垂直方向位置において水平方向に上記と同様の走査移動を行う。そして、ピクチャLCDパネル70の部分画像表示領域SPが垂直方向にSP1～SPmへと走査移動させるのに対応して、ピンホールLCD72の開状態のピンホール画素PXを垂直方向にPX1～PXm ($m=M-V1+1$) へと走査移動させる。これにより、ピンホールLCD72の各画素から、それぞれわずかな時間差をもって光線が出射されることとなる。

【0101】

ここで、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCD72の全面の走査を例えば30分の1秒程度の時間で行うようにすると、ピンホールLCDパネル71の前方にいる観測者Qは、眼の残像現象により、ピンホールLCD72の各画素から出射した光線によってピンホールLCDパネル71の前方空間に多数の

点光源像が形成されたかのように感じることとなる。これらの点光源像は、水平および上下方向のみならず奥行方向にも分布し、全体として3次元静止画像を構成する。したがって、観測者Qは、空間中に立体的な空間画像を観察することができる。このとき、各部分画像表示領域SPにおける互いに対応する画素における変調の強さを各部分画像表示領域SPごとに変化させるようにすれば、視点の移動に応じた輝度変化をも表現することができ、金属面での光反射状態の表現も可能である。また、本実施の形態においても、連続する場面を表すそれぞれの3次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各部分画像表示領域SPに与えるようにすることにより、3次元動画像の表示が可能である。ここで、3次元動画像の表示を行う場合の具体的数値例をあげて説明する。

【0102】

図29に示したように、図24のピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPを例えば 15×9 画素で構成し、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72を例えば 16×9 画素で構成するものとする。ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を例えば $1 \mu \text{sec}$ とすると、部分画像表示領域SPに1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $15 \times 9 \times 1 \mu \text{sec} = 135$ より、 0.135msec となる。したがって、ピンホールLCD72の全面を走査するのに要する時間（すなわち、1枚の3次元静止画の表示に要する時間）は、 $16 \times 9 \times 0.135 \text{msec} = 19.44$ より、約 20msec となり、通常のテレビジョンのフレーム周期である 30msec 以下にすることは十分に可能である。したがって、観測者Qにとって違和感のない3次元動画像を表示することが可能である。

【0103】

また、ピンホールLCDパネル71におけるピンホールLCD72を例えば 16×9 画素で構成すると共に、ピクチャLCDパネル70における部分画像表示領域SPを 64×36 画素で構成し、ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を例えば $1 \mu \text{sec}$ として18ドット同時サンプリングを行うものとする、部分画像表示領域SPに1枚の部分画像を表示するのに要する時間は、 $64 \times 36 \times 1 \mu \text{sec} / 18 = 128$ より、 0.128msec となる。したがって、ピ

ンホールLCD72の全面を走査するのに要する時間（すなわち、1枚の3次元静止画の表示に要する時間）は、 $16 \times 9 \times 0.128 \text{ msec} = 18.432$ より、約18msecとなり、より高精細な3次元動画像表現が実現可能である。

【0104】

本実施の形態の冒頭で述べたように、上記第2の実施の形態では、固定的に設けられた各LCD60（図21）によって各部分画像の表示を行うと共に、各LCD60に対応してピンホール素子62を固定的に配置するようにしたので、ピンホール素子62の配置間隔Dが比較的大きくなり、観測者Qが空間立体画像を観察したときの角度分解能が悪化するおそれがある。これに対して、本実施の形態の3次元画像表示装置では、ピンホールとして機能するピンホールLCD72のピンホール画素PXが互いに近接しているので、角度分解能が向上する。また、本実施の形態では、（開状態のピンホール画素PX）を順次移動させながらその背後の2次元画像表示板（ピクチャLCDパネル70）上に2次元画像（部分画像）を順次オーバーラップさせて表示するという構成にしているので、表示の高精細化を図ったとしても、装置全体として使用するLCDの総画素数が少なくて済む。

【0105】

〔第4の実施の形態〕

次に、本発明の第4の実施の形態について説明する。

上記第3の実施の形態では、具体例でも説明したように、ピクチャLCDパネル70の画素駆動速度を高速化すると共に多ドット同時サンプリングを行うようにしたとしても、1枚の3次元静止画の表示に要する時間を動画表示に対応し得る30msec以下とすることを考慮すると、ピクチャLCDパネル70およびピンホールLCDパネル71の構成画素数をあまり多くすることはできない。そこで、本実施の形態では、この点を改善するために、上記第3の実施の形態で説明した構成の3次元画像表示装置をさらに複数組配列して、並列駆動を行うようにする。

【0106】

図30は本発明の第4の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図に示したように、本実施の形態の3次元画像表示装置は、上記第3の実施の形態(図24)に示したものと同一構成の($n \times m$ 画素構成の)ピンホールLCDパネル71(斜線を付した部分)を水平および垂直方向にそれぞれ k 枚ずつ配列して構成したピンホールLCD集合パネル81と、上記図24に示したピクチャLCDパネル70よりも多くの画素を配列して構成したピクチャLCD大パネル80とを備えている。ここで、ピクチャLCD大パネル80の一部とピンホールLCDパネル71との組み合わせが本発明における「表示ユニット」に対応する。

【0107】

ピンホールLCD集合パネル81の全画素数は、例えば水平方向に $n \times k$ 、垂直方向に $m \times k$ とし、ピクチャLCD大パネル80の全画素数は、例えば水平方向に $n \times k + 2\alpha$ 、垂直方向に $m \times k + 2\beta$ とする。

【0108】

ピクチャLCD大パネル80は、水平および垂直の方向にそれぞれ $H1$ 、 $V1$ 個の画素を含む複数の部分画像表示領域 SP が、互いにオーバーラップすることなく、並行して、ピンホールLCD集合パネル81における開状態となるピンホール画素 PX の移動に伴って1画素ずつ水平または垂直の方向に走査移動するように制御されるようになっている。したがって、ピンホールLCD集合パネル81における1枚のピンホールLCDパネル71に着目すれば、水平方向に走査移動する部分画像表示領域 SP の数(すなわち、部分画像表示領域 SP が停止する位置の個数)は n 個、垂直方向に走査移動する部分画像表示領域 SP の数は m 個となる。そして、時々刻々移動する複数の部分画像表示領域 SP のそれぞれに対して、上記各実施の形態で説明した部分画像データを与えることにより、各時点における部分画像表示領域 SP にそれぞれ異なる視点での部分静止画が形成されるようになっている。

【0109】

一方、ピンホールLCD集合パネル81におけるピンホールLCDパネル71

の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCD大パネル80において順次移動する部分画像表示領域SPの各中央部に対向する位置に配置されている。そして、各ピンホールLCDパネル71の各ピンホール画素PXは、ピクチャLCD大パネル80の部分画像表示領域SPの走査移動に同期して順次開状態となるように制御される。したがって、ピンホールLCD集合パネル81におけるピンホール画素PXのうちで開状態となるのは、各ピンホールLCDパネル71ごとに、ピクチャLCD大パネル80におけるアクティブとなっている部分画像表示領域SPに対応した画素のみである。結局、ピンホールLCD集合パネル81においては、複数の開状態のピンホール画素PXが、互いに一定の画素ピッチを保ちながら、ピクチャLCD大パネル80における複数の部分画像表示領域SPの走査移動速度と同じ速さで走査移動するのである。

【0110】

ピクチャLCD大パネル80の各部分画像表示領域SPからの出射光は、ピンホールLCD集合パネル81における対応するピンホールLCDパネル71の開状態ピンホール画素PXに向かい、そこをそのまま直進して通過するようになっている。ここで、ピクチャLCD大パネル80の出射面側には、各画素ごとに凸形状のマイクロレンズ（図示せず）が形成されており、各画素からの出射光が必要以上に拡散するのを防ぐようになっている。これは、部分画像表示領域SPからの出射光の拡散角があまりに大きいと、この出射光が、ピンホールLCD集合パネル81における対応するピンホールLCDパネル71の開状態ピンホール画素PXのみならず、隣接するピンホールLCDパネル71の開状態ピンホール画素PXにも入射してしまうからである。

【0111】

その他の部分（例えば、ピクチャLCD大パネル80の背後に配置する拡散プレートや光源部、およびピンホールLCD集合パネル81の断面等）の構成は上記第3の実施の形態の場合と同様である。なお、この3次元画像表示装置における表示制御回路については、図示を省略するが、その基本的構成は上記第3の実施の形態で示した表示制御回路180を複数並べた回路として構成することができる。ここで、表示制御回路180を複数並べた回路が本発明における「並列表

示制御手段」に対応し、表示制御回路 180 における走査アドレス指示部 83 を複数並べたものが本発明における「光開閉セル並列制御手段」に対応する。

【0112】

次に、図 30～図 32 を参照して、このような構成の 3 次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、図 31 はピクチャ LCD 大パネル 80 およびピンホール LCD 集合パネル 81 を上方から見た状態を表し、図 32 は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレートの図示を省略している。

【0113】

本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、図 31 (a)～(c) に示したように、ピンホール LCD 集合パネル 81 の各ピンホール LCD パネル 71 における開状態のピンホール画素 PX が 1 ビットずつ水平方向に移動するのに同期して、ピクチャ LCD 大パネル 80 における部分画像表示領域 SP が 1 ビットずつ同方向に移動する。このとき、ピクチャ LCD 大パネル 80 の各部分画像表示領域 SP には、それが移動するごとに新たな部分画像データが供給される。そして、各部分画像表示領域 SP からの出射光は、ピンホール LCD 集合パネル 81 における対応するピンホール LCD パネル 71 の開状態ピンホール画素 PX に向かい、そこをそのまま直進して通過する。ここで、図 31 (a) は各ピンホール LCD パネル 71 における水平方向の左端のピンホール画素 PX が開状態となったときの様子を示し、図 31 (b) は各ピンホール LCD パネル 71 における水平方向の左端から 2 番目のピンホール画素 PX が開状態となったときの様子を示し、図 31 (c) は各ピンホール LCD パネル 71 における水平方向の右端のピンホール画素 PX が開状態となったときの様子を示す。

【0114】

各ピンホール LCD パネル 71 において、開状態のピンホール画素 PX の 1 ライン分の水平走査移動が終了すると、今度は、図 32 (a)～(c) に示したように、ピクチャ LCD 大パネル 80 の部分画像表示領域 SP および各ピンホール LCD パネル 71 の開状態のピンホール画素 PX は共に、垂直方向に 1 ビット分移動し、さらに、その垂直方向位置において水平方向に上記と同様の走査移動を

行う。ここで、図 3 2 (a) は各ピンホール LCD パネル 7 1 における垂直方向の上端のピンホール画素 P X が開状態となったときの様子を示し、図 3 2 (b) は各ピンホール LCD パネル 7 1 における垂直方向の上端から 2 番目のピンホール画素 P X が開状態となったときの様子を示し、図 3 2 (c) は各ピンホール LCD パネル 7 1 における垂直方向の下端のピンホール画素 P X が開状態となったときの様子を示す。このように、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の部分画像表示領域 S P が垂直方向に順次走査移動するのに同期して、ピンホール LCD パネル 7 1 の開状態のピンホール画素 P X が垂直方向に走査移動する。

【0115】

このようにして、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 において、各ピンホール LCD パネル 7 1 の開状態のピンホール画素 P X からそれぞれ同時に（並列に）光線が出射されることとなる。したがって、上記第 3 の実施の形態で説明したように、ピンホール LCD パネル 7 1 の全面の画素の走査を 30 分の 1 秒程度の時間で行うようにすると、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 の前方にいる観測者 Q は、眼の残像現象により、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 の各画素から出射した光線によってその前方空間に多数の点光源像が形成されたかのように感じることとなる。すなわち、観測者 Q は空間中に立体的な空間画像を観察することができる。

【0116】

このとき、部分画像表示領域 S P の画素における変調の強さを変化させるようにすれば、金属面での光反射状態の表現等も可能であり、また、連続する場面を表すそれぞれの 3 次元画像ごとに上記のような複数組の部分画像データを用意して各部分画像表示領域 S P に与えるようにすれば 3 次元動画像の表示が可能である。ここで、3 次元動画像の表示を行う場合の具体的数値例をあげて説明する。

【0117】

ここでは、上記第 3 の実施の形態の具体例（図 2 9）と同様に、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 における部分画像表示領域 S P を例えば 15×9 画素で構成し、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 におけるピンホール LCD パネル 7 1 を例えば 16×9 画素で構成し、また、図 3 0 における k を 64、 α を 7、 β を 4 とする

。この場合、図 3 3 および図 3 4 に示したように、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 のサイズは、 1038×584 画素となり、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 のサイズは 1024×576 画素となる。なお、図 3 3 はピクチャ LCD 大パネル 8 0 およびピンホール LCD 集合パネル 8 1 を上方から見た状態を表し、図 3 4 は両者を側面から見た状態を表す。但し、これらの図では光源部および拡散プレート の図示を省略している。

【0118】

ここで、ピクチャ LCD 大パネル 8 0 の画素駆動速度を例えば $1 \mu \text{sec}$ とすると、部分画像表示領域 SP に 1 枚の部分画像を表示するのに要する時間は、上記第 3 の実施の形態の一具体例の場合と同様に 0.135 msec となり、これにより、1 枚の 3 次元静止画の表示に要する時間は約 20 msec となる。したがって、通常のテレビジョンのフレーム周期である 30 msec 以下にすることは十分に可能であり、観測者 Q にとって違和感のない 3 次元動画像を表示することが可能である。

【0119】

このように、本実施の形態の 3 次元画像表示装置によれば、具体例として示した図 3 3 および図 3 4 から明らかなように、ピンホール LCD 集合パネル 8 1 を構成する多数の（ここでは、 1024×576 個の）画素のそれぞれを通して、その背後のピクチャ LCD 大パネル 8 0 における対応する部分画像表示領域 SP に形成された部分画像が前方空間に投射され、全体として 1 つのまとまりのある 3 次元画像が高速で表示されることとなる。したがって、動画であっても、高精細な 3 次元画像の表示が可能となる。しかも、上記第 3 の実施の形態の場合と同様に、ピンホールとして機能するピンホール LCD 集合パネル 8 1 のピンホール画素 PX が互いに近接しているので、角度分解能も十分である。すなわち、本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、表示画像の解像度、角度分解能、動画としての自然さ等、いずれの点においても鑑賞に耐えうる品質の 3 次元動画を提供することができる。

【0120】

また、本実施の形態の 3 次元画像表示装置では、上記第 3 の実施の形態の場合

と同様に、（開状態のピンホール画素PX）を順次移動させながらその背後の2次元画像表示板（ピクチャLCD大パネル80）上に2次元画像（部分画像）を順次オーバーラップさせて表示するという構成にしているので、表示の高精細化を図る場合においても、装置全体として使用するLCDの総画素数が少なく済む。このため、上記第1の実施の形態または第2の実施の形態の3次元画像表示装置と比べて、非常にコンパクトに構成することが可能であり、例えば家庭用の立体テレビジョン等にも十分適用可能である。

【0121】

〔第5の実施の形態〕

次に、本発明の第5の実施の形態について説明する。

図35は本発明の第5の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図は、装置を真上から見た状態を表す。この装置は、白色平行光束を出射可能な光源部201と、光源部201からの出射光を空間変調することにより2次元のカラー画像を形成して出射するLCD203と、LCD203の後方（光が出射する側）に順次配置されたコンデンサレンズ204およびコリメータレンズ205等からなるビームエキスパンダと、コリメータレンズ205の後方に配置された偏向板206と、偏向板206の後面に密着するように配置されたレンチキュラー板207とを備えている。ここで、主としてLCD203が、後述する制御回路210の一部と共に、本発明における「2次元画像形成手段」に対応し、主として偏向板206が本発明における「偏向手段」に対応する。

【0122】

光源部201は、例えばハロゲンランプ等の高輝度の発光体と回転楕円面等の反射ミラー等からなり、白色の平行光束を出射可能になっている。

【0123】

コンデンサレンズ204およびコリメータレンズ205からなるビームエキスパンダーは、LCD203から出射された平行光束を拡幅して出射するためのものである。コリメータレンズ205としては、例えば図示のようなフレネルレンズが使用される。

【0124】

レンチキュラー板207は、水平方向に延びる微小な蒲鉾レンズを上下方向に多数並べて構成したもので、偏向板206からの出射光を縦方向（垂直方向、すなわち、紙面と直交する方向）に拡散させるように機能する。

【0125】

図36は、図35に示した3次元画像表示装置の要部を斜め上方から俯瞰した状態を表し、図37は、図35に示した3次元画像表示装置の要部を側面から（図36の矢印Kの方向から）見た状態を表すものである。これらの図に示したように、コリメータレンズ205を通過して平行となった光は、偏向板206を通過する際に入射位置に応じた角度だけ横方向（水平方向、すなわち、紙面内において光線の入射方向と直交する方向）に偏向された後、レンチキュラー板207によって上下方向に角度 α の拡がりをもって拡散するようになっている。ここで、レンチキュラー板207が本発明における「拡散手段」に対応する。

【0126】

LCD203は、例えば、R、G、Bの各色フィルタを備えた単板式カラーフィルタ方式の液晶表示素子であり、後述する制御回路210から供給される画像データを基に2次元動画像を形成するように構成されている。液晶部分には、例えば、高速動作が可能な強誘電性液晶(FLC：Ferroelectric Liquid Crystal)が用いられる。但し、モノクロ画像表示装置とする場合には、LCD203に代えて、カラーフィルタを有しないモノクロの液晶表示素子を用いればよい。また、光源部201およびLCD203に代えて、R、G、Bの各色用のダイクロイックミラーまたはダイクロイックプリズム等の色分離手段とR、G、Bの各色ごとに配置した合計3枚のモノクロLCD（図示せず）を備えるように構成した光源部を配置するようにしてもよい。本実施の形態において、LCD203としては、説明の便宜上、例えば600×400画素の液晶表示素子を用いるものとする。

【0127】

図38は、LCD203に供給される2次元画像データを取得するための撮影原理を説明するためのものである。本実施の形態では、被写体Eを中心とする円

弧 EN に沿って撮影用カメラ（図示せず）を角度方向 θ_1 から θ_{60} まで角度 $\Delta\theta$ 間隔で移動させると共に、各角度方向 θ_i ($i = 1, 2, \dots, 60$) において被写体 E の 2 次元画像を撮影して 2 次元静止画像データとして取り込むようにする。ここで、 $\Delta\theta$ は、例えば 1 度に設定される。取り込まれた 1 枚の 2 次元静止画像を 1 フィールド分の画像と呼ぶこととすると、角度方向 θ_1 から θ_{60} までの走査によって 60 フィールド分の 2 次元静止画像が得られる。以下の説明では、この角度方向 θ_1 から θ_{60} までの走査によって得られる 2 次元静止画像を 60 空間フィールド分の画像と呼ぶものとする。 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ の各角度方向での画像取り込みは、それぞれ、タイミング $t_1 \sim t_{60}$ において行われるように制御する。

【0128】

角度方向 θ_1 から θ_{60} までの 60 空間フィールド分の画像の取り込みが終了すると、次のタイミング $t_{61} \sim t_{120}$ においてさらに角度方向 θ_1 から θ_{60} までの 60 空間フィールド分の画像の取込みを行う。以下同様にして、60 空間フィールド分ずつの画像の取込みを繰り返す。そして、この繰り返しを 60 回行うことで、合計 3600 フィールド分の画像を得る。このとき、ある角度方向 θ_i に着目すると、タイミング $t_i \sim t(i+60 \times 59)$ において 60 フィールド分の画像が得られたことになる。なお、以下の説明では、各角度方向 θ_i においてタイミング $t_i \sim t(i+60 \times 59)$ で得られる 2 次元静止画像を 60 時間フィールド分の画像と呼ぶものとする。

【0129】

ここで、角度方向 θ_1 から θ_{60} までの 60 空間フィールド分の画像の取込みを $1/60$ 秒の時間で行うものとする、画像取込み周期 Δt は $1/3600$ 秒となり、1 秒間で 3600 フィールド分の画像が得られる。

【0130】

このようにして得られた 2 次元静止画像の集合は、1 連の 2 次元動画像とみなすことができる。この 2 次元動画像は、例えば、後述する MPEG 方式等による圧縮処理を受け、圧縮動画像データとしてビデオ CD 等の記録媒体に記録される。そして、この記録媒体から再生された圧縮動画像データは、後述する伸長処理や所定の変調処理を受けたのち、LCD 203 に供給され、そこに、2 次元動画像が

形成されることとなる。

【0131】

再び図35に戻って説明する。偏向板206は、コリメータレンズ205からの出射光を、時間経過に伴って異なる方向に向かうこととなるように水平方向に偏向させるためのもので、例えば、後述する図40に示したように高分子分散液晶(PDLC: Polymer Dispersed Liquid Crystal) または高分子・液晶複合体(Liquid Crystal Polymer Composite)と呼ばれる素子を用いて構成される。この高分子分散液晶素子は、高分子と液晶の複合体に電圧を加えて液晶分子の配列方向を電界の方向に揃え、高分子と液晶との屈折率のマッチングによる効果を利用して、見る方向によって白濁状態と透明状態とを切り換えることができる機能を有するものである。

【0132】

本実施の形態では、図35に示したように、図38で説明した撮影条件に対応して、例えば、視野角 θ が60度、角度分解能 $\Delta\theta$ が1度となるように構成する。この場合、偏向板206は、コリメータレンズ205から垂直に入射した光の一部を、 $\theta 1$ から $\theta 60$ まで1度刻みの角度方向に順次出射させるように機能する。本実施の形態では、LCD203における上記した画像形成タイミングに同期して、 $\theta 1$ から $\theta 60$ までの角度走査（以下、ビーム偏向走査という。）を1/60秒の時間で行うと共に、このビーム偏向走査を60回行うことで3次元動画像を表示する。この場合、例えば角度方向 $\theta 1$ の観測者G1から見ると、1秒間に60枚の2次元静止画像が見え、これらの静止画像が観測者G1の眼の残像現象効果によって1秒分の動画像として観測される。また、例えば角度方向 $\theta 30$ （または $\theta 60$ ）の観測者G2（またはG3）から見ると、角度方向 $\theta 1$ において観測される静止画像とは異なる視点の静止画像が1秒間に60枚見え、これらが1秒分の動画像として観測される。例えば、LCD203に供給される2次元画像データが上記の図38で示した設定で得られたものであるとすると、角度方向 $\theta 1$ 、 $\theta 30$ 、 $\theta 60$ の観測者G1、G2、G3は、それぞれ、例えば図39（a）～（c）に示したように、互いに異なる視点の画像を観測することとなる。

【0133】

次に、偏向板206の構成についてさらに詳細に説明する。

【0134】

図40は、偏向板206の水平方向の断面構造を拡大して表すものである。なお、この図40ならびに後述する図41および図42では、図示上の煩雑さを避けるため、断面を示す斜線の図示を省略している。この図40に示したように、本実施の形態における偏向板206は、上記した高分子分散液晶素子を用いて構成されたもので、高分子材料206a中に数ミクロン以下の針状の液晶分子206bを分散させて形成した高分子・液晶複合層206cと、この高分子・液晶複合層206cの入射面および出射面に、高分子・液晶複合層206cを挟んで互いに対向すると共に紙面と直交する方向に延びるように形成された微小幅のストライプ電極206d、206eとを備えている。ここで、高分子・液晶複合層206cが、本発明における「透過方向可変型の液晶素子」に対応する。なお、ストライプ電極206d、206eは、上記のようにストライプの方向（電極の長手方向）が互いに平行になるように配置してもよいが、本発明はこれに限定されず、例えば、ストライプの方向を直交させた、いわゆる単純マトリクス配置としてもよい。あるいは、TFT（薄膜トランジスタ）等を用いて構成されるアクティブマトリクス配置としてもよい。これらの場合には、偏向方向の制御を2次元的に行うことが可能である。

【0135】

高分子・液晶複合層206cの入射側には、入射光を均一に散乱させることが可能な散乱面206fが形成されている。ストライプ電極206d、206eは、例えばITO(Indium Tin Oxide)等の透明導電膜から形成され、図の紙面と直交する方向（縦方向）に延びている。ストライプ電極206dとストライプ電極206eとの間には、所定の電圧が選択的に印加されるようになっている。LCD203（図35）の1つのピクセルを透過した光は、複数のストライプ電極206d上に差し掛かるような状態で偏向板206と垂直に入射するようになっている。ストライプ電極206d、206eの配列ピッチは、60個の角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ を実現し得る程度に、でき得る限り小さくされている。

【0136】

液晶分子206bは、電圧が印加されていない状態では、高分子材料206a中において液晶光軸（長軸）がランダムな方向を向いている。この状態では、液晶分子206bの実効的な屈折率と高分子材料206aの屈折率とは一致せず、液晶分子206bと高分子材料206aとの界面での光散乱効果によって、高分子・液晶複合層206cの全体が不透明な白色状態を呈する。一方、ストライプ電極206d、206e間に電圧が選択的に印加されると、これにより生ずる挟い電界の及ぶ範囲内において、液晶分子206bの光軸方向が電界方向と一致して揃い、液晶分子206bの見かけの屈折率は、液晶分子206bの常光線に対応する値 n_0 となる。このため、高分子材料206aとして、 n_0 とほぼ等しいものを用いると、液晶分子206bと高分子材料206aとの界面屈折率の差がなくなり、電界方向においては光散乱効果が弱まって高分子・液晶複合層206cが透明になる。すなわち、散乱面206fで散乱された光のうち、電界方向の光のみが出射されることとなる。

【0137】

ストライプ電極206d、206eに対する選択的な電圧印加の制御は、電圧の印加される1対の電極間を結ぶ直線の方が角度方向 θ_i を向くように保ちつつ、電圧の印加される1対の電極を例えば図の左方から右方へと順次シフトさせるようにして行われる。より具体的には、入射面側に配列された各ストライプ電極206dに対して次々と所定の時間間隔でパルス電圧を印加する走査（以下、電圧印加走査という。）に同期して、出射面側に配列された各ストライプ電極206eに対して次々とパルス電圧を印加する電圧印加走査を行う。その際、入射面側の電圧が印加されるストライプ電極206dと出射面側の電圧が印加されるストライプ電極206eとの間には、角度方向 θ_i に対応した水平ずれ距離が保たれるように制御が行われる。

【0138】

例えば、図40では、電圧の印加される1対の電極間を結ぶ直線の方が角度方向 θ_1 と一致するような電圧印加走査を行う場合における、ある瞬間の状態を表している。また、図41は、図40に示した状態からみて4個分だけ電圧を印

加する電極をシフトした瞬間の状態を表している。これらの図では、各角度方向 θ_i における電圧印加走査に要する時間を短縮するために、2対のストライプ電極206d, 206eに対して並列に電圧印加走査を行うようにした場合を示している。電圧印加走査に要する時間をさらに短縮するためには、3対以上のストライプ電極206d, 206eに対して並列に電圧印加走査を行うようにすればよい。但し、このような並列走査を行う場合には、複数対のストライプ電極206d, 206eにより生ずる電界が相互に干渉し合わないように、互いに十分な距離を保つようにする必要がある。なお、一時に1対のストライプ電極206d, 206eに対してのみ電圧を印加するような走査を行うようにしてもよいのはもちろんである。

【0139】

ここで、例えば、高分子・液晶複合層206cの厚さをL、ストライプ電極206d, 206eの配列ピッチをp、出射角 δ_i の方向（角度方向 θ_i ）に対応したストライプ電極206d, 206e間の水平ずれピッチ数を n_i 、角度方向 θ_i に対応した両電極間の水平ずれ距離を d_i とすると、

$$\begin{aligned} \tan \delta_i &= d_i / L \\ &= p \times n_i / L \end{aligned}$$

より、角度方向 θ_i に対応したストライプ電極206d, 206e間の水平ずれピッチ数 n_i は、次の(1)式で表される。ここに、 $i = 1, 2, \dots, 60$ である。

$$n_i = L \times \tan \delta_i / p \dots (1)$$

【0140】

上記の(1)式で与えられる水平ずれピッチ数を保つようにして、ストライプ電極206d, 206eの対に対する電圧印加走査を行うことにより、 θ_i の角度方向の光のみが選択されて偏向板206から出射されることとなる。

【0141】

角度方向 θ_i での走査が終了すると、続いて角度方向 $\theta_{(i+1)}$ での走査が行われる。そして、このような水平方向の電圧印加走査が角度方向 θ_1 から θ_{60} までの各角度方向について行われる。図42は、角度方向 θ_{60} での電圧印加走査にお

けるある瞬間の状態を表している。本実施の形態において、1つの角度方向 θi についての電圧印加走査は、 $1/3600$ 秒の時間周期で行われる。したがって、角度方向 $\theta 1$ から $\theta 60$ までのすべての角度方向についての電圧印加走査に要する時間は $1/60$ 秒である。なお、液晶分子 206b の配向作用はヒステリシスを有するため、電界が移動していった後でもその配向状態がある程度の時間保持される。したがって、このような配向走査が偏向板 206 の全面にわたって行われた後、LCD 203 に $1/3600$ 秒周期で画像を表示させるようにすればよい。より具体的には、電圧印加走査の周期 ($=1/3600$ 秒) に対するその実所要時間の比として定義される走査デューティ比を例えば 50% 以下とし、LCD 203 の表示周期 ($=1/3600$ 秒) に対するその実表示時間の比として定義される表示デューティ比を同じく 50% 以下とすると、 $1/3600$ 秒という時間内に、1 回分の電圧印加走査と LCD 203 における 1 枚分の画像の表示とが行われることとなる。また、上記したようにストライプ電極 206d, 206e に代えてマトリクス電極を用いるようにした場合には、液晶分子 206b の配向方向を一旦ランダムに乱したのちに、1 ピクセル中の一部の液晶分子 206b のみを角度方向 θi に配向させるようにすることにより、中間階調の表示も実現可能となる。

【0142】

高分子・液晶複合層 206c は、例えば、高分子と液晶の溶液を基板状に塗布したのちに溶媒を蒸発させる方法や、高分子材料のモノマーが重合して硬化する際に液晶が高分子材から析出して液晶小滴が形成されるという効果を利用する方法により形成されるが、このほかの方法でも形成可能である。例えば、ポリビニルアルコール(PVA) 等の水溶液にネマティック液晶を分散して液晶小滴をマイクロカプセル化した構造のものや、液晶中に少量の高分子材料をゲル状に分散した構造のものであってもよい。なお、従来の高分子分散液晶では球状の液晶分子が用いられているが、本実施の形態のように指向性が必要とされる用途では、液晶分子の形状が上記したような針状であることが望ましい。このような針状の液晶を形成するには、例えば、均一な磁場中において液晶を析出させてマイクロカプセル化させる方法がある。この方法では、磁場方向における潮汐効果により、針状

の液晶分子206bが形成される。

【0143】

図43は、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の制御回路の概略構成を表すものである。この制御回路210は、ビデオCD(Compact Disk)やDVD(Digital Video Disk)等の記録媒体211aから画像再生装置211によって再生された2次元画像データに対して所定の信号処理を行い、LCD203に供給すると共に、LCD203への2次元画像データの供給タイミングに同期して、偏向板206の偏向制御を行うものである。ここで、記録媒体211aに記録された2次元画像データは、例えば図38に示した撮影原理に基づいて得られたものであるとする。但し、この制御回路210に供給される2次元画像データは、画像再生装置211によって再生されたものに限定されず、そのほか、例えば通信ネットワーク等の伝送線路を介して送られてきたものであってもよい。

【0144】

この制御回路210は、画像再生装置211によって記録媒体211aから読み出されたデータを2次元画像データとオーディオデータとテキストデータとに分離するためのデマルチプレクサ212と、デマルチプレクサ212の出力端に接続されたフレームメモリ等からなる入力バッファ213と、入力バッファ213の出力端に接続されたMPEG(Moving Picture Experts Group)デコーダ214とを備えている。この制御回路210はまた、MPEGデコーダ214の出力端に接続された中間バッファ215と、中間バッファ215の出力端に接続されたビデオ信号処理部228と、ビデオ信号処理部228の出力端に接続された出力バッファ217と、出力バッファ217の出力端に接続されると共にLCD203(図35)の入力側に接続されたLCDドライバ218とを備えている。制御回路210はさらに、偏向板206(図35)の偏向動作を制御するための偏向コントローラ220と、偏向コントローラ220の出力端に接続されると共に偏向板206の入力側に接続された偏向ドライバ221と、偏向コントローラ220とLCDドライバ218との同期をとるための制御を行うPLL(Phase Lock Loop)回路219とを備えている。ここで、デマルチプレクサ212からLCDドライバ218までの回路が主として本発明における「画像形成制御手段」に

対応する。また、PLL回路219、偏向コントローラ220および偏向ドライバ221が、上記した偏向板206と共に、主として本発明における「3次元画像形成手段」に対応する。また、入力バッファ213およびMPEGデコーダ214が、それぞれ、本発明における「受信手段」および「復号化手段」に対応する。

【0145】

デマルチプレクサ212は、画像再生装置211から再生されたデータから圧縮画像データを分離し、これを入力バッファ213に入力するようになっている。MPEGデコーダ214は、入力バッファ213から入力された圧縮画像データに対する伸長処理やビデオフォーマットの復号化処理等を行うためのものである。ビデオ信号処理部228は、中間バッファ215から入力された2次元画像データに対し、偏向方向に応じたビデオ信号変調処理等を行うためのものである。このビデオ信号変調処理は、偏向方向に応じて、LCD203に表示する画像の水平方向の幅（表示倍率）を変化させるためのものであり、この処理については後述する。LCDドライバ218は、出力バッファ217からのビデオ信号を基に、LCD203の駆動に適合した周波数および電圧波形をもった駆動信号223を生成して、LCD203に供給するようになっている。

【0146】

本実施の形態では、LCD203に対するビデオ信号供給周波数は、3600フィールド/秒である。したがって、LCD203が、例えば600×400ピクセルのカラー表示を行うものであるとすると、駆動信号223の周波数、すなわち、LCD203の各画素のスイッチング周波数は、 $3600 \times 600 \times 400 \times 3 = 2592\text{MHz}$ となる。この周波数は、通常のLCDドライバを並列に利用することで十分実現可能な値である。

【0147】

LCDドライバ218はまた、ビデオ信号供給タイミングの基礎となる3600Hzの基本クロック信号224をPLL219に送出するようになっている。

【0148】

PLL219は、偏向コントローラ220からの基本クロック信号224とL

CDドライバ218からのクロック信号225との位相同期（フェイズロック）をとるように制御を行い、ロックされたクロック信号226を偏向コントローラ220にフィードバックする。

【0149】

偏向コントローラ220は、PLL219によってロックされたクロック信号226に同期して、偏向板206の偏向タイミングを制御するための偏向制御信号227を出力する。本実施の形態では、偏向駆動信号227の周波数は3600Hzである。偏向ドライバ221は、偏向コントローラ220からの偏向制御信号227を基に、偏向板206の駆動に適合した駆動信号、すなわち、偏向板206のストライプ電極206d、206eに印加可能な電圧波形および周波数をもった駆動信号229を生成して偏向板206に供給するようになっている。偏向板206における1走査は、LCD203における1フィールド分の画像（1/3600秒）に対応させて行われるようにする。そのためには、偏向板206の各ストライプ電極206d、206eに印加する駆動信号229の周波数は、ストライプ電極206d、206eのピッチ（あるいは配列数）にもよるが、例えば1ピクセル当たりの電極数が10個であるとする、3600×10Hz程度に設定すればよい。

【0150】

次に、以上のような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。

【0151】

まず、図43を参照して、制御回路210の動作を説明する。

【0152】

画像再生装置211は、記録媒体211aに圧縮記録されたデータを再生し、これをデマルチプレクサ212に供給する。デマルチプレクサ212は、受け取ったデータを、2次元の動画像データとオーディオデータとテキストデータとに分離する。分離された動画像データは、入力バッファ213を介してMPEGデコーダ214に入力される。

【0153】

MPEGデコーダ214は、入力バッファ213から入力された圧縮画像デー

タに対する伸長処理を行うと共に、ビデオフォーマットの復号化処理等を行って出力する。MPEGデコーダ214から出力されたビデオ信号は、中間バッファ215を介してビデオ信号処理部228に入力される。

【0154】

ビデオ信号処理部228は、上記したように、中間バッファ215から入力されたビデオ信号に対し、偏向方向に応じた画像幅となるような倍率変調処理（以下、画像幅変調処理という。）等を行う。以下に、図44～図46を参照して、この画像幅変調処理について詳細に説明する。

【0155】

図44は、偏向板206からの出射光の偏向方向（2次元画像の投射方向）と投射方向から見た画像の幅との関係を簡略化して表すものである。この図に示したように、LCD203（本図では図示せず）から出射して偏向板206に入射した2次元画像を表す光束の幅をWとし、画像の投射方向が偏向板206における垂線となす角、すなわち、出射角を δ とすると、投射方向の観測者から見た画像の幅W1は、次の（2）式により表される。

【0156】

$$W1 = W \times \cos \delta \cdots (2)$$

【0157】

したがって、出射角 δ の方向の観測者から見た画像の幅が本来の（元の）値と等しくなるようにするためには、元の画像の幅W1に対して次の（3）式に示す変調を施して幅をWに補正した画像をLCD203で形成する必要がある。

【0158】

$$W = W1 / \cos \delta \cdots (3)$$

【0159】

図45は、上記の（3）式に示した変調関数を図示したものである。なお、この図は、視野角が60度の場合について示している。この図に示したように、偏向板206の垂線と投射方向とのなす角、すなわち出射角 δ が、‘-30度’から‘0度’を経て‘+30度’に変化するに伴って、変調関数の値は‘ $2/3^{1/2}$ ’から‘1’を経て再び‘ $2/3^{1/2}$ ’へと変化する。したがって、偏向板2

06に対して正面方向($\delta = 0$ 度)の観測者G2(図35)から観測される画像が、例えば図46(b)に示したようなものであったとすると、この方向($\delta = 0$ 度)に対応してLCD203上に形成すべき画像(例えば、タイミングt30における画像)は、図46(b)の画像と同じ幅のものでよいが、観測者G1の方向($\delta = -30$ 度)への投射に対応してLCD203上に形成すべき画像(例えば、タイミングt1における画像)は、図46(a)に示したような横方向に拡大された画像とする必要がある。同様に、観測者G3の方向($\delta = +30$ 度)への投射に対応してLCD203上に形成すべき画像(例えば、タイミングt60における画像)は、図46(c)に示したような横方向に拡大された画像とする必要がある。このような画像幅変調を行うことにより、どの方向からも、図39(a)～(c)に示したような正しい画像が観測されることとなる。

【0160】

さて、再び図43に戻って、制御回路210の動作を説明する。ビデオ信号処理部228から出力されたビデオ信号は、出力バッファ217を介してLCDドライバ218に入力される。LCDドライバ218は、出力バッファ217からのビデオ信号を基に、LCD203の駆動に適合した周波数および電圧波形をもった駆動信号223を生成して、LCD203に供給する。これにより、LCD203には、3600Hzという高速で内容が変化する2次元画像、すなわち、動画像が形成される。

【0161】

一方、偏向コントローラ220は、PLL219によってロックされたクロック信号226に同期して、偏向板206の偏向タイミングを制御するための偏向制御信号227を出力する。偏向ドライバ221は、偏向コントローラ220からの偏向制御信号227を基に駆動信号229を生成して、偏向板206に供給する。これにより、偏向板206では、LCD203に形成される2次元画像の変化に同期して、その2次元画像の投射方向が偏向される。

【0162】

より具体的には、図40～図42に示したように、駆動信号229がストライプ電極206d、206e間に順次選択的に印加されることによって、その電極

対間を結ぶ方向に沿って液晶分子206bの配向方向が揃い、その方向にのみ光が出射する。このような電圧印加走査が、1/3600秒当たり1回の割合で行われる。この間、LCD203上には、1フィールド分の2次元画像が保持されている。したがって、各タイミング t_j （但し、 $j=1, 2, \dots, 3600$ ）において1枚の2次元静止画像が形成されると共に、この2次元静止画像が偏向板206によって、その2次元静止画像に対応した1つの投射方向に投射される。そして、図35に示したように、タイミング t_1 から t_{60} までの偏向走査によって、60空間フィールド分の2次元静止画像が、それぞれ、 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ の角度方向に投射される。さらに、次のタイミング t_{61} から t_{120} までの偏向走査によって、60空間フィールド分の2次元静止画像が、それぞれ、 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ の角度方向に投射される。以下同様にして、60空間フィールド分ずつ角度を変えながらの画像投射が繰り返される。そして、この繰り返しを60回行うことで、合計3600フィールド分の画像投射が行われる。

【0163】

この場合、ある角度方向 θ_i に着目すると、タイミング $t_i, t_{(i+60)}, t_{(i+60 \times 2)}, \dots, t_{(i+60 \times 59)}$ において60時間フィールド分の2次元静止画像が観測されることになる。例えば、角度方向 θ_1 にいる観測者G1（図35）は、 $t_1, t_{61}, t_{121}, \dots, t_{3541}$ の各タイミングにおいて、この角度方向 θ_1 に対応した内容の合計60時間フィールド分の2次元静止画像を観測する。つまり、観測者G1は、毎秒60フィールド分の画像を見ることとなり、眼の位置を固定させている限り、眼の残像現象効果により通常のテレビジョン受像機によって表示される動画と同等の動画が表示されていると感ずる。

【0164】

ここで、観測者G1が右に移動して、例えば角度方向 θ_{10} の方向を向いたとすると、観測者G1は、 $t_{10}, t_{70}, t_{80}, \dots, t_{3550}$ の各タイミングにおいて、この角度方向 θ_{10} に対応した内容の合計60時間フィールド分の2次元静止画像を観測する。ここで、角度方向 θ_{10} に対応した各2次元静止画像の内容は、最初の角度方向 θ_1 に対応した各2次元静止画像の内容とは視点が異なったものとなっている。この結果、観測者G1は、偏向板206によって投射されたそれぞれ

視点の異なった2次元画像の集合を、立体的な動画像、すなわち、3次元動画像として観測することになるのである。

【0165】

次に、図47および図48を参照して、3次元画像表示装置に供給される画像データの圧縮方法について説明する。

【0166】

この3次元画像表示装置のLCD203によって形成される画像の基となる画像データは、例えば上記したように図38に示した撮影方法によって得られるが、この画像データは、時間の経過に伴って画像の内容が連続的に変化する点において通常の動画データと変わるところがない。したがって、動画像に対して一般に用いられているMPEG方式による画像圧縮を行うことが可能であり、また、適している。

【0167】

図47は、MPEG方式による動画像圧縮法を本実施の形態に係る3次元画像表示装置に適用する方法を説明するためのものである。上記したように、本実施の形態においてLCD203に供給される画像データは、3600フィールド/秒の動画像データとみなすことができる。そこで、図47に示したように、各タイミング*t_j*における画像を基に、Iピクチャ、BピクチャおよびPピクチャという3種類の圧縮画像（この図では、単にピクチャという。）を生成する。ここで、Iピクチャが本発明における「第1の圧縮符号化データ」に対応し、BピクチャおよびPピクチャが本発明における「第2の圧縮符号化データ」に対応する。

【0168】

ここで、図48に示したように、Iピクチャは、フレーム内符号化画像もしくはイントラ符号化画像と呼ばれるもので、1フィールド分の元の静止画像をそのまま他のフィールドとは独立して圧縮したピクチャである。なお、ここでは、フレームとフィールドを同義として説明する。Pピクチャは、フレーム間順方向予測符号化画像もしくはプレディクティブ符号化画像と呼ばれるもので、過去（直前）のフィールドからどれだけ変化したかを表す動きベクトルによって構成され

るピクチャである。また、Bピクチャは、双方向予測符号化画像もしくはバイディレクショナルリープレディクティブ符号化画像と呼ばれるもので、過去（直前）のみならず未来（直後）のフィールドからの変化量を示す動きベクトルをも用いて構成されるピクチャである。

【0169】

これらのIピクチャ、BピクチャおよびPピクチャを、図47に示したように、‘I, B, B, P’もしくは‘P, B, B, P’という順序で並べて、60ピクチャで1つのGOP(Group Of Pictures)を形成する。このGOPは、ランダム・アクセスの単位となるもので、それぞれの先頭、すなわち、タイミング t_1 , t_{61} , t_{121} , ... t_{3541} の位置には、必ずIピクチャが置かれるように構成する。

【0170】

このような方法で動画像圧縮を行うことにより、毎秒3600フィールドという膨大な画像データを効率的に圧縮することができる。これにより、図43の記録媒体211aにおける記録領域の消費量を低減できると共に、実質的な高速データ転送および帯域圧縮が可能となる。

【0171】

以上のように、本実施の形態に係る3次元画像表示装置によれば、時間的に変化する2次元画像（すなわち、一種の2次元動画像）をLCD203で形成すると共に、形成された2次元画像の投射方向がその2次元画像の時間的な変化に対応して順次異なることとなるように偏向板206により2次元画像の投射方向を偏向させるビーム偏向走査を行うこととしたので、時間的に変化する2次元画像が互いに視点の異なった2次元画像の集合であるようにすることにより、それらの2次元画像の集合が3次元画像として観測されるようにすることができる。ここで観測される3次元画像は、人間の左右の眼の視差を利用した従来の擬似的立体表示画像ではなく、視点を左右方向に移動させることによって物体の側面までもが見えることになるという、よりリアルな立体画像である。すなわち、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、従来のホログラフィ技術や眼の視差を利用することなく立体画像の表示が可能となる。

【0172】

また、本実施の形態では、LCD 203で形成された2次元画像を偏向板206によって偏向させて投射するだけなので、第1ないし第4の実施の形態の場合に比べて光の利用効率が高く、表示画像の高輝度化が可能である。

【0173】

また、本実施の形態では、2次元画像の投射方向を偏向させるビーム偏向走査を短い周期で繰り返し行くと共に、ある偏向走査周期において特定方向に投射される2次元画像の内容と、次の偏向走査周期において上記特定方向に投射される2次元画像の内容とを異ならせるようにすることにより、3次元動画像が観測されるようにすることが可能である。すなわち、本実施の形態の3次元画像表示装置によれば、従来のIP法によるレンズ3次元画像表示技術やホログラフィ技術によっては困難であった3次元動画像の表示を実現することができる。

【0174】

なお、本実施の形態において、LCD 203として例えば強誘電性液晶を使用した場合には、高速の表示特性を担保することが可能であるが、その反面、現状の技術では単一の画素による中間階調表現は困難である。そこで、この場合には、例えば図49に示したLCD 203における各画素203aを、それぞれ時分割的に駆動して中間階調を実現すればよい。なお、この図の例は、1画素を構成する3つの画素電極上にR、G、B用のカラーフィルタがそれぞれ形成されたストライプタイプのLCDを示している。

【0175】

中間階調を表現するには、例えば図50に示したように、1フィールド（ここでは、1/3600秒）の期間を3つの期間 $\tau_1 \sim \tau_3$ に分割し、それぞれの期間において画素を選択的に駆動する。この図で、斜線を施した部分は駆動されない電極を示し、斜線を施していない部分は駆動された電極を示す。3つの期間 $\tau_1 \sim \tau_3$ のすべてにおいて駆動されない場合には、合成輝度は「0レベル」となり、3つの期間 $\tau_1 \sim \tau_3$ のすべてにおいて駆動された場合には、合成輝度は「3レベル」となる。また、1つの期間においてのみ駆動された場合には、合成輝度は「1レベル」となり、2つの期間において駆動された場合には、合成輝度は

〔2レベル〕となる。結局、この場合には、単一の画素で4段階の階調が表現可能である。なお、この図の例では、説明および理解を容易化するために、R、G、Bの画素を同時に（一括して）駆動するものとしたが、R、G、Bの画素をそれぞれ独立して選択的に駆動することにより、任意の色ごとの中間階調が実現されるのはもちろんである。

【0176】

また、例えば図51に示したように、互いに隣接する4つの画素について空間分割的な駆動を行うことにより中間階調を表現することも可能である。この図で斜線を施していない部分が駆動された画素を示す。この場合には、4つの画素の中から、0、1、2、3または4個の画素を選択して、これを駆動すればよい。これにより、〔0レベル〕から〔4レベル〕までの5段階の階調が表現可能となる。なお、このような空間的合成手法による場合においても、上記と同様に、R、G、Bの画素をそれぞれ独立して選択的に駆動することにより、任意の色ごとの中間階調が実現可能である。さらに、時分割と空間分割とを併用することにより、より多くの階調表示が可能となる。

【0177】

また、本実施の形態では、角度分解能、すなわち、偏向板206による偏向角の間隔が例えば1度であるものとして説明したが、偏向角間隔をより小さくすることで、より高精細な3次元画像を得ることができる。この場合には、例えば図52および図53に示したように、角度方向 θ_i と $\theta_{(i+1)}$ の中間に、新たな角度方向 $\theta_{(i+1/2)}$ を設ければよい。そのためには、例えば図53に示したように、2回の電圧印加走査によって1フィールド分の画像を投射表示する。具体的には、まず1回目の走査〔s1〕では、偏向方向の初期値を θ_1 として1度刻みで電圧印加走査を行い、2回目の走査〔s2〕では、偏向方向の初期値を0.5度だけずらして、あとは1回目と同様に1度刻みで電圧印加走査を行えばよい。この場合には、上記実施の形態の場合に比べて2倍の空間解像度が得られる。

【0178】

しかも、このように2回の電圧印加走査で1フィールド分の画像を投射表示するようにした場合には、周波数が60角度方向×60フィールド/秒=3600

フィールド／秒であるにもかかわらず、120角度方向への投射表示が可能である。例えば、0.5度ずつずらしながら1回の電圧印加走査で1フィールド分の画像を投射表示する場合には、本来、120角度方向×60フィールド＝7200フィールド／秒という高い周波数で駆動する必要があるが、上記のように2回の電圧印加走査で1フィールド分の画像を投射表示する場合には周波数を高める必要がないので、駆動がより容易となる。

【0179】

同様に、60の角度方向における各角度方向間隔を5つに分割し、5回の走査で1フィールド分の画像を投射表示するようにしてもよい。この場合、1回目の走査では、1度、2度、3度、…、60度の各角度方向に投射し、2回目の走査では、1.2度、2.2度、3.2度、…、60.2度の各角度方向に投射し、3回目の走査では、1.4度、2.4度、3.4度、…、60.4度の各角度方向に投射し、4回目の走査では、1.6度、2.6度、3.6度、…、60.6度の各角度方向に投射し、5回目の走査では、1.8度、2.8度、3.8度、…、60.8度の各角度方向に投射する。そして、6回目の走査では、再び元に戻って、1度、2度、3度、…、60度の各角度方向に投射する。以下、これを繰り返すことで、空間分解能を0.2度刻みとすることができる。しかも、この場合、周波数は、60角度方向×60フィールド／秒＝3600フィールド／毎秒のままでよい。結局、 $60 \times 60 \times 5 = 18000$ フィールド／秒という5倍の空間解像度と同等の効果が得られる。

【0180】

一方、これとは逆に、偏向角の間隔を1度とすると共に、2回の走査で1フィールド分の画像を投射表示するようにしてもよい。すなわち、1回目の走査で、1度、3度、5度、…、59度の各奇数角度方向に投射し、2回目の走査で、2度、4度、6度、…、60度の各偶数角度方向に投射する。この場合には、30角度方向×60フィールド＝1800フィールド／秒という、より低い周波数であるにもかかわらず、上記実施の形態の場合と同等の空間解像度が得られる。

【0181】

さらに、例えば、偏向角の間隔を1度とすると共に、5回の走査で1フィール

ド分の画像を投射表示するようにしてもよい。すなわち、1回目の走査で、1度、6度、11度、…、56度の各角度方向に投射し、2回目の走査で、2度、7度、12度、…、57度の各角度方向に投射し、3回目の走査で、3度、8度、13度、…、58度の各角度方向に投射し、4回目の走査で、4度、9度、14度、…、59度の各角度方向に投射し、5回目の走査で、5度、10度、15度、…、60度の各角度方向に投射する。そして、6回目の走査では、再び元に戻って、1度、6度、11度、…、56度の各角度方向に投射する。以下、これを繰り返す。この場合には、12角度方向×60フィールド＝720フィールド／秒という、さらに低い周波数となるが、人の目の分解能はさほど高くないので、事実上の空間解像度は上記実施の形態の場合と同等となる。すなわち、空間分解能を低下させることなく、駆動周波数を十分小さくすることができる。したがって、ドライバを比較的安価に構成することができる。

【0182】

次に、本実施の形態の変形例について説明する。

【0183】

図54は、図35における偏向板206に代わる偏向手段としての偏向プリズムアレイ216の外観構成を表すもので、斜め上から俯瞰した状態を示す。この偏向プリズムアレイ216は、それぞれが回転軸216aを中心として回転可能に配置された複数の微小な回転プリズム216bを有している。各回転プリズム216bはすべて同一形状を有し、各回転軸216aが一定間隔で平行に位置することとなるように配列されている。回転プリズム216bは、例えば図示のように三角柱として形成される。その断面形状は、例えば正三角形、二等辺三角形またはその他の三角形とすることも可能である。これらの回転プリズム216bは、互いに等しい回転速度で同期して同一方向に回転するようになっている。ここで、回転プリズム216bが本発明における「回転可能に配設されたプリズム」に対応する。

【0184】

図55(a)～(e)は、ある1つの回転プリズム216bに着目した場合に、この回転プリズム216bの回転に伴って出射光の偏向方向が変化する様子を

表すものである。この図に示したように、入射光は、回転プリズム 216b の回転角に対応した量だけ屈折作用により偏向されて出射される。したがって、上記したように、すべての回転プリズム 216b を同期させて回転させることにより、入射光を一斉に角度方向 θ_1 から θ_{60} まで偏向させて出射することが可能である。なお、図 54 では、出射光が入射光の方向に対して δi だけ偏向されて角度方向 θ_i に出射される様子を示している。

【0185】

なお、回転プリズム 216b は、三角柱には限定されず、例えば図 56 に示したような断面形状を有する四角柱の回転プリズム 216b' としてもよい。また、回転プリズム 216b、216b' のプリズム頂角 η は、要求される最大偏向角に応じて決定すればよい。具体的には、頂角 η を大きくすれば、最大偏向角が大きくなる。

【0186】

また、回転プリズム 216b に代えて、回転可能な微小な反射ミラーを複数配設して、これらの反射ミラーによって光を反射させることで光を偏向させるようにしてもよい。この場合には、この反射ミラーが本発明における「回転可能に配設された反射ミラー」に対応する。なお、回転プリズムまたは回転ミラーは、同一方向にのみ回転するものには限られず、双方向に回転する揺動動作、すなわち振動的回転動作を行うものであってもよい。

【0187】

〔第 6 の実施の形態〕

次に、本発明の第 6 の実施の形態について説明する。

【0188】

図 57 は、本発明の第 6 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図は、装置を真上から見た状態を表す。なお、この図で、上記の図 35 で示した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0189】

本実施の形態の 3 次元画像表示装置は、上記第 5 の実施の形態における偏向板

206に代えて、ホログラムを用いて構成した偏向板226を備えたものである。偏向板226は、入射光の方向と直交する方向（矢印X1の方向）に所定のストロークでの往復移動が可能になっている。その他の光学的構成および配置は図35の場合と同様である。なお、本実施の形態においても、説明および理解上の便宜を図るべく、LCD203の水平方向のピクセル数は600であるとする。

【0190】

図58は、偏向板226における水平方向の断面の一部を拡大して表すものである。なお、この図では、断面部への斜線の図示を省略している。この偏向板226は、同一構造をもつ11個の偏向領域Hr（但し、 $r = 1, 2, \dots, 11$ ）を備えている。各偏向領域Hrは、LCD203の水平方向に沿った60個のピクセル（図示せず）をそれぞれ透過して入射してきた60本の入射光線の全体幅に対応した幅を有している。各偏向領域Hrは60個の偏向セルHC(r,i)（但し、 $r = 1, 2, \dots, 11$ 、 $i = 1, 2, \dots, 60$ ）を含んでいる。したがって、偏向板226は、全体として660個の偏向セルHC(r,i)を有していることとなる。但し、後述するように、これらの660個の偏向セルHC(r,i)のうちで、同時に使用される偏向セル、すなわち、ある瞬間に入射光線が入射している偏向セルは600個だけである。偏向板226は60個分の偏向セルHC(r,i)に相当するストローク（上記した所定のストローク）で往復運動するようになっている。

【0191】

各偏向セルHC(r,i)は、垂直方向（図58では、紙面と直交する方向）に長いストライプ形状をなし、入射光線をそれぞれ固有の水平方向 θ_i （但し、 $i = 1, 2, \dots, 60$ ）に偏向させることができるようになっている。すなわち、偏向領域Hrは、あるタイミング t_j （但し、 $j = 1, 2, \dots, 3600$ ）において、入射光線の入射位置に応じて一義的に定まる方向にその入射光線を偏向する。さらに言い換えると、ある1つの偏向領域Hrに入射した60ピクセル分の入射光線PB ν （但し、 $\nu = 1, 2, \dots, 600$ ）は、互いに異なる60の角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ に偏向されることとなる。ここで、視野角 θ を例えば60度とすると、互いに隣接する偏向方向の間隔角 $\Delta\theta$ は、上記第5の実施の形態の場合と同様に

、1度となる。

【0192】

1つの偏向領域 H_r は、上記の図19に示した3次元表示スクリーン140を構成するスクリーンドット141に相当し、1つの偏向セル $HC(r,i)$ は、空間座標指定セル142aに相当するものである。このような偏向領域 H_r を複数含む偏向板226は、後述するように、例えばホログラムを用いて形成することが可能である。

【0193】

図59は、偏向板226の断面の一部をさらに拡大して表すものである。なお、この図においても、断面部への斜線の図示を省略している。この図に示したように、偏向板226は、基材226a上に偏向層226B、226G、226R、および保護層226bを順次積層して構成したものである。偏向層226R、226G、226Bは、それぞれ、ポリウムホログラフィを利用して3次元的な干渉パターンによって情報が記録されたホログラム層である。これらのホログラム層は、光が照射されたときにその光の強度に応じて屈折率、誘電率、反射率等の光学的特性が変化するホログラム材料によって形成されている。但し、偏向層226RはR色光のみによって光学的特性が変化し、偏向層226GはG色光のみによって光学的特性が変化し、偏向層226BはB色光のみによって光学的特性が変化するようになっている。ホログラム材料としては、例えばフォトポリマ(photopolymers)等が使用される。ある偏向領域 H_r における1つの偏向セル $HC(r,i)$ に入射した1ピクセル分の入射光に含まれるR、G、Bの各色光は、すべて同一方向 θ_i に偏向されるようになっている。例えば、図59では、偏向領域H1における偏向セル $HC(1,1)$ に入射したR、G、Bの各色入射光がすべて θ_1 の方向に偏向され、偏向セル $HC(1,60)$ に入射したR、G、Bの各色入射光がすべて θ_{60} の方向に偏向される様子を示している。

【0194】

次に、図60～図64を参照して、本実施の形態に係る3次元画像表示装置の動作を説明する。ここで、図60～図62は、図57の偏向板226を矢印X1の方向に往復移動するに伴って入射光線が偏向されて出射される様子を表し、図

63は、入射光線が偏向を受けて出射する方向が時間の経過に伴って $\theta 1$ から $\theta 60$ の間で順次変化する様子を具体的に表すものである。

【0195】

図60～図62に示したように、LCD203における水平方向の600個のピクセルをそれぞれ透過して入射してきた600本の入射光線PB ν （但し、 $\nu = 1, 2, 3, \dots, 600$ ）は、偏向板226に入射する。

【0196】

最初のタイミング $t1$ において、偏向板226は、図60に示したようにストロークの右端に位置しており、600本の入射光線PB ν は、それぞれ、偏向領域H1～H10における偏向セルHC(1,1)～HC(10,60)に入射する。具体的には、入射光線PB1～PB60は、それぞれ、偏向領域H1の偏向セルHC(1,1)～HC(1,60)に入射し、入射光線PB61～PB120は、それぞれ、偏向領域H2の偏向セルHC(2,1)～HC(2,60)に入射する。以下、同様であり、入射光線PB541～PB600は、それぞれ、偏向領域H10の偏向セルHC(10,1)～HC(10,60)に入射する。図60および図63に示したように、このタイミング $t1$ においては、各偏向領域H r に入射した60本の入射光線は、それぞれ、偏向セルによって、図の左方から順に角度方向 $\theta 1 \sim \theta 60$ に向くように偏向されて出射される。なお、図63において、縦方向はタイミング $t1$ から $t3600$ まで時間が経過する方向を示し、横方向は、入射光線PB ν （但し、 $\nu = 1, 2, \dots, 600$ ）に対応する。そして、縦横の交差する部分が、偏向されて出射する角度方向 θi を示す。

【0197】

次のタイミング $t2$ において、偏向板226は、図示しないが、1つの偏向セルの分だけ図の左方に移動する。これにより、600本の入射光線PB ν は、それぞれ、偏向領域H1～H11における偏向セルHC(1,2)～HC(11,1)に入射する。具体的には、入射光線PB1～PB60は、それぞれ、偏向領域H1, H2の偏向セルHC(1,2)～HC(2,1)に入射し、入射光線PB61～PB120は、それぞれ、偏向領域H2, H3の偏向セルHC(2,2)～HC(3,1)に入射する。以下、同様であり、入射光線PB541～PB600は、それぞれ、偏向領域H10, H11

の偏向セルHC(10,2)~HC(11,1)に入射する。図63に示したように、このタイミングt2においては、各偏向領域Hrに入射した60本の入射光線は、それぞれ、偏向セルによって、図の左方から順に角度方向 $\theta_2, \dots, \theta_{60}, \theta_1$ へと偏向されて出射される。

【0198】

図61は、タイミングt31における状態を表すものである。このタイミングでは、偏向板226は、初期位置(図60)からみて30個分の偏向セルに相当する距離だけ図の左方に移動している。したがって、600本の入射光線PB ν は、それぞれ、偏向領域H1~H11における偏向セルHC(1,31)~HC(11,30)に入射する。具体的には、入射光線PB1~PB60は、それぞれ、偏向領域H1, H2の偏向セルHC(1,31)~HC(2,30)に入射し、入射光線PB61~PB120は、それぞれ、偏向領域H2, H3の偏向セルHC(2,31)~HC(3,30)に入射する。以下、同様であり、入射光線PB541~PB600は、それぞれ、偏向領域H10, H11の偏向セルHC(10,31)~HC(11,30)に入射する。図61に示したように、また、図63から推測されるように、このタイミングt31においては、各偏向領域Hrに入射した60本の入射光線は、それぞれ、偏向セルによって、図の左方から順に角度方向 $\theta_{31}, \dots, \theta_{60}, \dots, \theta_{30}$ へと偏向されて出射される。

【0199】

図62は、タイミングt60における状態を表すものである。このタイミングでは、偏向板226は、初期位置(図60)からみて59個分の偏向セルに相当する距離だけ図の左方に移動し、ストロークの左端に位置している。このタイミングでは、600本の入射光線PB ν は、それぞれ、偏向領域H1~H11における偏向セルHC(1,60)~HC(11,59)に入射する。具体的には、入射光線PB1~PB60は、それぞれ、偏向領域H1, H2の偏向セルHC(1,60)~HC(2,59)に入射し、入射光線PB61~PB120は、それぞれ、偏向領域H2, H3の偏向セルHC(2,60)~HC(3,59)に入射する。以下、同様であり、入射光線PB541~PB600は、それぞれ、偏向領域H10, H11の偏向セルHC(10,60)~HC(11,59)に入射する。図62および図63に示したように、このタイミングt60においては、各偏向領域Hrに入射した60本の入射光線は、それぞれ、偏向セル

によって、図の左方から順に角度方向 $\theta 60$, $\theta 1$, ..., $\theta 59$ へと偏向されて出射される。

【0200】

図 6 3 において、例えば入射光線 $P B 1$, $P B 61$, $P B 121$, ... $P B 541$ に着目すると、出射光の角度方向は、それぞれ、タイミング $t 1$ から $t 60$ までの間に $\theta 1$ から $\theta 60$ へと順次変化し、さらに、タイミング $t 61$ から $t 120$ までの間に $\theta 60$ から $\theta 1$ へと順次変化して、元に戻っている。出射光の角度方向は、次のタイミング $t 121$ から $t 180$ までの間に再び $\theta 1$ から $\theta 60$ へと順次変化し、タイミング $t 181$ から $t 240$ までの間に $\theta 60$ から $\theta 1$ へと順次変化して、元に戻っている。以下、同様にして、120 タイミング (120 空間フィールド) の周期で、 $\theta 1$ から $\theta 60$ および $\theta 60$ から $\theta 1$ への順次変化が繰り返される。結局、タイミング $t 1$ から $t 3600$ までの3600空間フィールドの間に、30 ($= 3600 / 120$) 往復分のビーム偏向走査が行われる。

【0201】

また、図 6 3 において、例えば入射光線 $P B 2$, $P B 62$, $P B 122$, ... $P B 542$ に着目すると、出射光の角度方向は、タイミング $t 1$ から $t 60$ までの間に $\theta 2$ から $\theta 60$ を経て $\theta 1$ まで順次変化し、さらに、タイミング $t 61$ から $t 120$ までの間に $\theta 1$ から $\theta 60$ を経て $\theta 2$ まで順次変化して、元に戻っている。以下、同様にして、120 空間フィールドの周期で、 $\theta 2$ から $\theta 60$ を経て $\theta 1$ および $\theta 1$ から $\theta 60$ を経て $\theta 2$ への順次変化が繰り返される。結局、この場合も、タイミング $t 1$ から $t 3600$ までの3600空間フィールドの間に、30 往復分のビーム偏向走査が行われる。

【0202】

これと同様のことが、入射光線 $P B 3$, $P B 63$, $P B 123$, ... $P B 543$ ないし入射光線 $P B 60$, $P B 120$, $P B 180$, ... $P B 600$ についても成り立つ。結局、すべての入射光線 $P B \nu$ について、それぞれ、3600 空間フィールドの間に30 往復分のビーム偏向走査が行われる。ここで、タイミング間隔 (すなわち、1 空間フィールド) が $1 / 3600$ 秒であるとする、毎秒30 往復分のビーム偏向走査となる。このためには、偏向板 226 を、60 個の偏向セルに相当するス

トロークで、毎秒 30 回往復移動させればよいことになる。

【0203】

さて、図 57 に示したように、例えば角度方向 $\theta 1$ にいる観測者 G1 は、タイミング $t 1$, $t 120$, $t 121$, $t 240$, $\dots t 3541$ の合計 60 時間フィールドにおいて、偏向板 226 から角度方向 $\theta 1$ に投射される 2 次元画像を観測することとなる。また、角度方向 $\theta 60$ にいる観測者 G3 は、タイミング $t 60$, $t 61$, $t 180$, $t 181$, $\dots t 3600$ の合計 60 時間フィールドにおいて、偏向板 226 から角度方向 $\theta 60$ に投射される 2 次元画像を観測することとなる。その他の角度方向 θi においても、それぞれ、偏向板 226 から角度方向 θi に投射される 2 次元画像が観測される。

【0204】

結局、観測者 G1 は、上記第 5 の実施の形態（図 35）の場合と同様に、毎秒 60 フィールド分の画像を見ていることとなり、眼の位置を固定させている限り、通常のテレビジョン受像機によって表示される動画と同等の動画が表示されていると感ずる。ここで、観測者 G1 が右に移動して、例えば角度方向 $\theta 10$ の方向を向いたとすると、観測者 G1 は、この角度方向 $\theta 10$ に対応した各タイミングにおいて、この角度方向 $\theta 10$ に対応した内容の合計 60 時間フィールド分の 2 次元静止画像を観測する。ここで、角度方向 $\theta 10$ に対応した各 2 次元静止画像の内容は、最初の角度方向 $\theta 1$ に対応した各 2 次元静止画像の内容とは視点が異なったものとなっている。この結果、観測者 G1 は、偏向板 226 によって投射されたそれぞれ視点の異なった 2 次元画像の集合を、立体的な動画像、すなわち、3 次元動画像として観測することになるのである。

【0205】

但し、本実施の形態では、偏向板 226 におけるビーム偏向走査の方向が双方向（往復）であるので、仮に LCD 203 に供給する 2 次元画像データが、上記第 5 の実施の形態における図 38 に示した撮影方法によって得られたものである場合には、LCD 203 への 2 次元データの供給順序を入れ換える必要がある。あるいは、撮影時における撮影方向の切り換え（すなわち、撮影カメラの切り換え）の順序を、予め、3 次元画像表示装置の偏向板 226 における双方向のビー

△偏向走査の順序に合わせておくようにしてもよい。

【0206】

ここで、図64を参照して、本実施の形態と上記第5の実施の形態とにおける偏向板によるビーム偏向走査原理の相違点および共通点について説明する。この図で、(a)～(c)は、上記第5の実施の形態におけるビーム偏向走査原理を簡略化して表し、(d)～(f)は、本実施の形態におけるビーム偏向走査原理を簡略化して表すものである。なお、これらの図では、説明の便宜上、LCD203（本図では図示せず）によって形成された2次元画像を構成する9本の入射光線にそれぞれ符号①～⑨を付している。

【0207】

上記第5の実施の形態においては、図64(a)～(c)に示したように、入射光線①～⑨は、各タイミングにおいて、偏向板206によって一斉に同じ方向に偏向されるようになっている。但し、偏向板206を高分子分散液晶によって構成した場合は、厳密には各光線間で偏向タイミングにわずかずつの時間差があるが、それは極めて微小であるので、実質的には、一斉に偏向が行われているといてよい。

【0208】

具体的には、図64(a)に示したタイミング t_α では、LCD203によって形成された2次元画像は θ_α の方向にのみ投射され、図64(b)に示したタイミング t_β では、LCD203によって形成された2次元画像は θ_β の方向にのみ投射され、図64(c)に示したタイミング t_γ では、LCD203によって形成された2次元画像は θ_γ の方向にのみ投射される。しかも、タイミング t_α 、 t_β 、 t_γ において偏向板206により投射される2次元画像は、それぞれの投射方向に対応した視点で撮影した画像となっている。この結果、観測者は、図35においても説明したように、空間に3次元画像を見出すこととなるのである。

【0209】

一方、本実施の形態では、図64(d)～(f)に示したように、入射光線①～⑨は、偏向板206によって一斉に同じ方向に偏向されるのではない。すなわ

ち、各タイミング t_α 、 t_β 、 t_γ において、LCD203により形成された2次元画像のうちのそれぞれ一部ずつが、それぞれ異なる方向 θ_α 、 θ_β 、 θ_γ に投射されるようになっている。

【0210】

具体的には、図64(d)に示したタイミング t_α では、LCD203によって形成された2次元画像のうち、入射光線①、④および⑦の3本によって表される部分は θ_α の方向に投射され、入射光線②、⑤および⑧の3本によって表される部分は θ_β の方向に投射され、入射光線③、⑥および⑨の3本によって表される部分は θ_γ の方向に投射される。また、図64(e)に示したタイミング t_β では、LCD203によって形成された2次元画像のうち、入射光線②、⑤および⑧の3本によって表される部分は θ_α の方向に投射され、入射光線③、⑥および⑨の3本によって表される部分は θ_β の方向に投射され、入射光線①、④および⑦の3本によって表される部分は θ_γ の方向に投射される。また、図64(f)に示したタイミング t_γ では、LCD203によって形成された2次元画像のうち、入射光線③、⑥および⑨の3本によって表される部分は θ_α の方向に投射され、入射光線①、④および⑦の3本によって表される部分は θ_β の方向に投射され、入射光線②、⑤および⑧の3本によって表される部分は θ_γ の方向に投射される。

【0211】

ここで、図64(d)～(f)において、ある方向 θ_α に着目して見ると、この方向 θ_α への2次元画像の投射は、タイミング t_α 、 t_β 、 t_γ の3回に分解して行われていることが判る。すなわち、タイミング t_α では①、④および⑦が方向 θ_α に投射され、タイミング t_β では②、⑤および⑧が方向 θ_α に投射され、タイミング t_γ では③、⑥および⑨が方向 θ_α に投射されている。また、方向 θ_β に着目して見ると、この方向 θ_β への2次元画像の投射もまた、タイミング t_α 、 t_β 、 t_γ の3回に分解して行われている。方向 θ_γ についても同様である。

【0212】

ところが、上記したように、1空間フィールドを1/3600秒とすると、タ

イミング t_α , t_β , t_γ の各間の時間差は、最大でも $1/60$ 秒である。したがって、観測者は、事実上、図 64 (d) ~ (f) に示したように 1 つの 2 次元画像を時分割的に投射した場合の見え方と、図 64 (a) ~ (c) に示したように 1 つの 2 次元画像を一斉に投射した場合の見え方とを区別することはできない。すなわち、本実施の形態におけるような時分割方式での偏向走査であっても、上記第 5 の実施の形態の場合と同等の 3 次元画像が観測されることとなる。

【0213】

以上のように、本実施の形態に係る 3 次元画像表示装置によれば、入射される光を、その入射位置に応じて所定の方に偏向させることが可能なホログラムを利用して偏向板 226 を構成するようにしたので、同一物の複製が容易であり、製作コストでの偏向板 226 の量産が可能である。また、本実施の形態では、LCD 203 で形成される 2 次元画像の時間的变化に同期させて、偏向板 226 を、入射光の方向と直交する方向に往復移動させるだけでよいので、機構および制御が比較的簡単である。

【0214】

なお、本実施の形態では、偏向板 226 が、LCD 203 のピクセル数に対応した 10 個の偏向領域 H_r のほかに、往復移動のストロークに相当する 1 個の偏向領域 H_r を有するように構成したが、本発明はこれに限定されない。例えば、図 65 に示したように、偏向板 226' が、ピクセル数に対応した 10 個の偏向領域 H_r のほかに、さらに、例えば同数 (10 個) の偏向領域 H_r を有するものであるように構成してもよい。この場合には、偏向板 226' を、図 65 に示した初期位置 (往復移動ストロークの右端位置) から図 67 に示した終端位置 (往復移動ストロークの左端位置) まで移動しただけで、600 空間フィールド分の偏向走査が行われる。なお、図 66 は、偏向板 226' を 6 個の偏向領域に相当する分、すなわち、300 空間フィールド分移動させた状態を示している。この場合、偏向板 226' を片道 6 回、すなわち、3 往復移動させれば、3600 空間フィールドの偏向走査が行われる。つまり、毎秒 3 往復の速度で偏向板 226' を移動させればよい。したがって、本変形例によれば、上記した図 60 ~ 図 62 で説明したように偏向板 226 を毎秒 30 往復という比較的高い周波数で移動

させる場合と比べて、偏向板 226' の移動機構が簡単で、かつ高精度化も容易である。

【0215】

[第7の実施の形態]

次に、本発明の第7の実施の形態について説明する。

図68は、本発明の第7の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図は、装置を真上から見た状態を表す。なお、この図で、上記の図57で示した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0216】

本実施の形態の3次元画像表示装置は、上記第6の実施の形態(図57)における偏向板226に代えて、偏向フィルム236を備えている。この偏向フィルム236は、エンドレステープ状に閉じた形で形成され、その断面構造は、図59および図60に示した偏向板226と同様に、それぞれが60個の偏向セルHC(r,i)を含む多数の偏向領域Hrを含む構造となっている。但し、この偏向フィルム236では、上記の偏向板226の場合と異なり、偏向領域Hrが連続的に切れ目なく形成されている。したがって、偏向領域Hrの数は実質的に無限といえる。

【0217】

偏向フィルム236は、複数(ここでは4個)の給送ローラ237a~237dに掛けて張り渡されている。これらの給送ローラのうちの例えば給送ローラ237bが図示しないモータによって回転駆動されることで、偏向フィルム236が一方向(矢印X1の方向)に一定速度で移動するようになっている。給送ローラ237a~237dは、それぞれ、複数のスプロケット(図示せず)を有しており、これが偏向フィルム236の図示しないパーフォレーション(送り穴)に噛み合うことにより、偏向フィルム236を高精度で給送できるようになっている。その他の基本的構成は、図57の場合と同様であり、説明を省略する。

【0218】

本実施の形態の3次元画像表示装置では、偏向フィルム236をエンドレステ

ープのように一方向に給送することにより、偏向領域 Hr を常に一定方向に移動させる。これにより、偏向セル $HC(r,i)$ による1本の入射光線 PB_v の偏向走査は、上記第5の実施の形態の場合と同様に、60空間フィールド周期で常に一方向に（すなわち、角度方向 $\theta 1$ から $\theta 60$ の方向に）行われる。例えば入射光線 $PB1$ に着目すると、この光線は、図68に示したように、タイミング $t1$ から $t60$ までの60空間フィールドの間に角度方向 $\theta 1$ から $\theta 60$ に偏向され、さらに次のタイミング $t61$ から $t120$ までの60空間フィールドの間に角度方向 $\theta 1$ から $\theta 60$ に偏向される。以下、同様に、60空間フィールド周期で常に角度方向 $\theta 1$ から $\theta 60$ の方向にビーム偏向走査が行われることになる。

【0219】

本実施の形態では、上記第6の実施の形態の場合のように、偏向板226あるいは偏向板226'を往復移動させるための比較的複雑な機構が不要であり、偏向フィルム236を一定方向に給送する機構で足りる。したがって、本実施の形態の3次元画像表示装置は、構造がシンプルであり、特に、例えば映画館等のような大画面を必要とする用途に適している。

【0220】

なお、本実施の形態の3次元画像表示装置では、偏向フィルム236は透過型の偏向手段として機能するものであるが、本発明はこれに限定されず、次に示す実施の形態のように、反射型の偏向フィルムを偏向手段として用いることも可能である。

【0221】

〔第8の実施の形態〕

次に、本発明の第8の実施の形態に係る3次元画像表示装置について説明する。
【0222】

図69は、本発明の第8の実施の形態に係る3次元画像表示装置の概略構成を表すものである。この図は、装置を上方から見た状態を示す。なお、この図で、上記の図68で示した3次元画像表示装置の構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0223】

この3次元画像表示装置は、反射型の偏向フィルム246を用いて構成したものである。偏向フィルム246は、給送ローラ247a, 247bの回転駆動により、半径Raの円筒の一部をなす面に沿って1方向に移動するように構成されている。なお、偏向フィルム246が円筒の一部をなす面に沿うようにするためには、例えば、この円筒の一部をなす面に沿ったフィルムガイド（図示せず）を、偏向スクリーン面246aの上下端部における、光が入射しない余白領域に配置して偏向フィルム246を案内するようにすればよい。

【0224】

光源部201、LCD203およびコンデンサレンズ204等からなる投射光学系は、コンデンサレンズ204の焦点Fが上記の円筒面の中心軸上に位置するように配置されている。但し、上記投射光学系は、偏向フィルム246の偏向スクリーン面246aの中央部よりも上方（紙面よりも手前の位置）に寄った位置に配置され、その光軸は偏向スクリーン面246aの中央部に向かって斜め下方に延びている。すなわち、LCD203を出た光は、図71に示したように、偏向フィルム246の偏向スクリーン面246aを斜め上方から照射するようになっている。

【0225】

LCD203を透過してコンデンサレンズ204によって集光された光は、焦点Fで焦点を結んだのちに広がっていき、偏向フィルム246のスクリーン面246aに垂直に入射する。これにより、LCD203により形成された2次元画像が偏向フィルム246のスクリーン面246aに投影されるようになっている。但し、ここでいう垂直とは、図69に示した水平面内（紙面内）における垂直を意味する。

【0226】

図70～図72は、図69に示した偏向フィルム246に入射した光がそこで偏向されつつ反射される様子を表すものである。これらのうち、図70は、1つの偏向領域Hrに含まれる偏向セルHC(r,i)による偏向反射の様子を示す水平方向の断面を表し、図71は、これを俯瞰した状態を表す。また、図72は、偏

向領域 H_r の中の 1 つの偏向セル $HC(r, i)$ による偏向反射の方向の時間的变化を示す水平方向の断面を表す。

【0227】

これらの図に示したように、本変形例では、上記第 7 の実施の形態の場合と同様に、偏向フィルム 246 に、偏向領域 H_r が連続的に切れ目なく形成されている。各偏向領域 H_r には、ストライプ状に形成された 60 個の偏向セル $HC(r, i)$ が含まれる。LCD 203 におけるあるピクセルを透過してきた光線は、偏向フィルム 246 における対応する位置の偏向セル $HC(r, i)$ に垂直に入射する。但し、ここでいう垂直とは、図 70 に示した水平断面内（紙面内）における垂直を意味する。1 つの偏向領域 H_r には 60 本の入射光線 $P B_v$ が入射し、それぞれ、対応する偏向セル $HC(r, i)$ によって、水平断面内で角度方向 $\theta 1 \sim \theta 60$ に偏向されて反射される。一方、垂直断面内（図 70 において、偏向フィルム 246 の偏向スクリーン面 246a を形作る円筒面の軸を通り、紙面と垂直な面内）では、図 71 に示したように、斜め上方から偏向領域 H_r に入射した入射光線 $P B_v$ は、垂直断面内において上下方向にほぼ均一に拡散するように反射する。このように、上下に拡散するように反射をさせることは、例えば、図 35 等 に示したレンチキュラー板と同等の機能を有するレンチキュラー層（図示せず）を偏向フィルム 246 上に形成することで実現可能である。

【0228】

本実施の形態の 3 次元画像表示装置における偏向フィルム 246 によるビーム偏向走査の基本原理や作用は、上記第 7 の実施の形態（図 68）の場合と同様である。例えば図 72 に示したように、ある 1 本の入射光線 $P B_v$ に着目すると、この光線は、矢印 $X 2$ の方向に次々と移動する偏向セル $HC(r, i)$ によって、角度方向 $\theta 1$ から $\theta 60$ へと偏向されながら反射される。この結果、観測者は、自己の視線方向に応じた異なる視点の 2 次元画像を観測することとなり、これらが 3 次元画像として認識される。

【0229】

ところで、上記第 7 の実施の形態（図 68）では、LCD 203 を出た光は平行光束として偏向フィルム 236 に入射する。言い換えると、LCD 203 によ

って形成された2次元画像は、平面波にのって、平面をなす偏向フィルム236に到達するようになっている。これに対して、本実施の形態の3次元画像表示装置では、LCD203によって形成された2次元画像は、球面波にのって、円筒面をなす偏向フィルム246に達するようになっている。すなわち、拡散光束を平行光束にするためのコリメータレンズ205（図68）が不要である。したがって、装置構成に必要な部品点数を低減することができる。

【0230】

また、本実施の形態では、反射型の偏向フィルム246を用いるので、観測者側に投射光学系を配置することができる。このため、透過型の偏向フィルム236を使用する上記第7の実施の形態（図68）に比べて、実質的な装置設置スペースが小さくて済み、特に大画面が必要とされる映画館等に適用された場合に有利である。

【0231】

なお、本実施の形態では、偏向フィルム246の一部を円筒面形状にしてこの部分を使用してビーム偏向走査を行うようにしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、図73および図74に示したように、円筒形をなす偏向スクリーン256の内面をすべて使用してビーム偏向走査を行うようにしたパノラマ型の3次元画像表示装置も実現可能である。ここで、図73は、装置全体を俯瞰して表すものであり、図74は、この装置の水平断面を表すものである。

【0232】

この変形例では、円筒形の偏向スクリーン256の内面全体に円周方向に沿って偏向領域Hrを連続的に切目なく縦長のストライプ状に形成する。円筒形の偏向スクリーン256は、それ全体が一方向に回転可能に構成されている。円筒形の偏向スクリーン256の中心部には、6枚の2次元画像を互いに独立して並列に形成して周囲に投射可能な投射光学系258が配設されている。投射光学系258は、例えば支柱257によって底面部259に固設されている。投射光学系258は、例えば図69で示した光源部201、LCD203およびコンデンサレンズ204等からなる投射光学系を6組備えたものとして構成される。

【0233】

本実施の形態では、円筒形の偏向スクリーン256の内周面を、例えば中心角がそれぞれ60度となるように6つの部分スクリーン面に等分し、これらの各部分スクリーン面に対して、投射光学系258の対応する部分から、対応する2次元画像を投射するように構成する。そして、2次元画像の投射タイミングに同期して、偏向スクリーン256を矢印X3の方向に一定速度で回転させる。この結果、図72において説明したのと同じ原理により、各部分スクリーンごとに3次元画像が形成され、全体としてまとまった3次元画像が得られる。したがって、例えば円筒の中心付近にいる観測者G4は、自分の周囲全体に3次元画像を見ることがとなり、極めて臨場感溢れる視体験をすることができる。したがって、本実施の形態の3次元画像表示装置を、例えば各種のテーマパーク等に導入すれば、人々を十分魅了し得るアトラクションが得られる。

【0234】

なお、図73に示した3次元画像表示装置において、円筒形の偏向スクリーン256の内周面のほか、円筒室の上部に天井面を設け、この天井の下面に偏向スクリーンを配し、これを円筒形の偏向スクリーン256と一体に回転させると共に、この天井の偏向スクリーンに2次元画像を投射するようにしてもよい。

【0235】

さらに、円筒室の床面側にも同様の偏向スクリーンを配し、この偏向スクリーンを円筒面の偏向スクリーン256と一体に回転させると共に、この床面の偏向スクリーンに2次元画像を投射するようにしてもよい。但し、この場合には、観測者が回転しないようにする必要があるため、例えば、観測者が立つ部分の床面と回転する床面の部分とを分割するようにする。あるいは、床を二重構造として、観測者が立つ上部床を固定の透明床とし、その下の下部床に回転可能な偏向スクリーンを配するようにしてもよい。

【0236】

〔第9の実施の形態〕

次に、本発明の第9の実施の形態に係る3次元画像表示装置について説明する

【0237】

図75は、本発明の第9の実施の形態に係る3次元画像表示装置の要部を表すものである。具体的には、この図は、例えば、図57に示した3次元画像表示装置の偏向板226の代わりに用いられる偏向板266の断面構造を表すものである。但し、この図では、光線との錯綜を回避するため、断面部分への斜線の図示を省略している。

【0238】

図75に示したように、偏向板266は、基材267と、この基材267上に、紙面と直交する方向に延びるように配列された多数のストライプ状の電極268と、電極268の配列を覆うように形成された絶縁性の変形層269とを含んで構成されている。基材267は透明な絶縁性材料で形成され、電極268はITO等の透明導電材料で形成されている。変形層269は、常温でゴム状またはゲル状を呈する軟層であり、外力が加わることにより、容易に変形する性質を有する。この変形層269は、高い誘電率を有する材料で形成するのが好ましい。変形層269の表面には、各電極268に対向して配列されたストライプ状の対向電極269aが形成されている。この対向電極269aもまた、例えばITO等の透明導電材料で形成される。ここで、偏向板266が本発明における「偏向手段」に対応し、変形層269が本発明における「光透過性部材」に対応する。

【0239】

次に、このような構造の偏向板266の作用を説明する。

【0240】

非動作時においては、偏向板266の変形層269の表面はほぼ平坦になっている。ここで、いずれかの電極268と、それに対向する対向電極269aとに対して、互いに異なる極性の電位を与えると、その電極268と対向電極269aとが互いに引き合って接近し、その部分の変形層269の膜厚が最も薄くなり、この部分から遠ざかるにつれて変形層269の厚さは徐々に厚くなる。一方、いずれかの電極268と、それに対向する対向電極269aとに対して、同一電位を与えると、その電極268と対向電極269aとの間に斥力が生じ、その部分の変形層269の膜厚が最も厚く、この部分から遠ざかるにつれて変形層26

9の厚さは徐々に薄くなる。したがって、電極268と対向電極269aとに加える電位を適切に制御することで、なだらかなシリンドリカル状の凹部269bを形成することが可能である。この凹部269bの差し渡し幅W2は、LCD203を透過してきた60ピクセル分の入射光線の合計幅に等しくなるように設定する。

【0241】

ここで、電圧を印加する対象である電極268および対向電極269aの対の位置を、例えば図75の右から左の方向（矢印X4の方向）に変化させていくと、変形層269は、それに伴って順次変形し、凹部269bが右から左へと移動していく。さらに、電圧を印加する電極対を1つだけではなく、凹部269bの差し渡し幅W2に等しいピッチp1で複数の電極268に同時にマイナス電圧を印加すると、変形層269には、図75および図76に示したように、周期的に凹部269bが生ずると共に、これらの凹部269bが順次右から左へ波が進行するように移動していく。なお、図76は、図75の状態から、ある時間が経過した後の状態を表すものである。1つの凹部269bは、シリンドリカルな凹レンズと同等に作用することから、この凹部269bに入射する60ピクセル分の入射光線PB ν は、すべて異なる方向に偏向される。凹部269bの凹面形状や変形層269の屈折率等を適切に設定することで、1つの凹部269bに入射した60本の入射光線PB ν が角度方向 $\theta 1$ から $\theta 60$ までの60の方向に偏向されることとなるようにすることが可能である。

【0242】

結局、偏向板266は、上記第6ないし第8の実施の形態（図57、図68、図69）において使用した偏向板226、偏向フィルム246または偏向スクリーン256と同等の機能を有することになる。したがって、第6ないし第8の実施の形態における偏向板226、偏向フィルム246または偏向スクリーン256に代えて、図75に示した偏向板266を用いることが可能である。

【0243】

ところで、上記第6ないし第8の実施の形態のように、偏向手段をホログラムにより形成した場合には、偏向領域Hrは固定されたものとなるので、偏向領域

Hr に入射された 60 本の光線の各々についての偏向角や、偏向領域 Hr のサイズを自由に変更するのは不可能である。これに対し、図 75 に示した偏向板 266 では、同時に駆動する電極 268 の数や印加電圧の大きさ等を変えることにより、偏向領域 Hr に相当する凹部 269b の差し渡し幅 W2 やその深さを変更することができるので、各光線についての偏向角や凹部 269b のサイズを適宜変更することが可能である。

【0244】

なお、本実施の形態では、対向電極 269a がストライプ状に分割された電極であるとしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、対向電極を変形層 269 の全面を覆う単一膜体として形成し、これを複数の電極 268 に共通の対向電極となし、その電位を一定電位（例えば接地電位）に固定するようにしてもよい。但し、図 75 に示したように対向電極を分割するようにした場合には、電極 268 および対向電極 269a への印加電圧の極性を電極ごとに換えることができ、この場合には、電極 268 および対向電極 269a に互いに異なる極性の電位を与えたのちに両電極に同一極性の電位を与えて電極間が互いに反発するようにすることも可能である。したがって、よりアクティブな制御、すなわち、変形層 269 の変形を強制的に元に戻すような制御も可能となり、高速動作を実現できる。さらには、印加電圧の波形を正弦波やのこぎり波等にすることにより、光の屈折方向を自在に制御することも可能である。例えば、変形層 269 を、曲面の位置および曲率が時間と共に変化するようなシリンドリカルレンズの集合体として機能させることも可能である。

【0245】

また、図 75 に示したように電極 268 および対向電極 269a の各長手方向（延在方向）が同一方向となるように配置するのではなく、両者の延在方向が互いに直交する、いわゆる単純マトリクス方式の配列としてもよい。この場合には、電極 268 および対向電極 269a の交点位置を択一的に選択できるので、変形層 269 を点単位で変形させることができ、凹部 269b は球面またはそれに近い形状となる。このため、制御の自由度が増大する。すなわち、水平方向のみならず、垂直方向にも屈折させることが可能である。

【0246】

また、各電極268および対向電極269aを、共に、ストライプ状ではなく点状（あるいは島状）に形成して、いわゆるアクティブマトリクス方式の配列とすれば、変形層269を点単位で変形させる場合の自由度がさらに増大する。したがって、例えば、変形層269を、あたかも、曲面位置や曲率が変化する多数のマイクロレンズの集合体として機能させることも可能である。また、電荷による引力および斥力を自由に制御できるので、これらの電極の一方を、LCD駆動用の電極と併用することも可能である。

【0247】

また、対向電極269aに代えて電荷蓄積膜を形成し、これにコロナ放電等によって一方極性の電荷を与えて帯電させ、電極268に他方極性の電圧を印加するようにしてもよい。また、変形層269として液晶そのものを利用し、その流動性によって厚みをコントロールするようにしてもよい。

【0248】

以上説明してきた第5ないし第9の実施の形態では、いずれもLCD203として透過型の液晶素子を使用しているが、本発明はこれに限定されず、例えば図77に示したように、反射型液晶を使用して投射光学系を構成することも可能である。なお、この図で、上記の図35等にした要素と同一の部分には同一の符号を付している。

【0249】

この投射光学系は、図35における透過型のLCD203に代えて、反射型のLCD303と偏光ビームスプリッタ（以下、PBSという。）300とを含んで構成されている。PBS300は、入射する光のうち、s偏光成分を反射し、p偏光成分を透過する偏光分離面300aを有する。この投射光学系では、光源部201から入射する光のうち、s偏光成分のみが偏光分離面300aで反射されてLCD303に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、反射される。変調対象となったピクセルで反射した光は、偏光方向が90度回転し、p偏光となって、PBS300の偏光分離面300aを透過し、コンデンサレンズ204に入射する。一方、変調対象とならなかったピクセルで

反射した光は、偏光方向が変化せず、s 偏光のまま P B S 3 0 0 の偏光分離面 3 0 0 a に入射するので、そこで反射し、コンデンサレンズ 2 0 4 の方向には進まない。

【0250】

[第10の実施の形態]

次に、本発明の第10の実施の形態に係る3次元画像表示装置について説明する。

【0251】

以上説明してきた第5ないし第9の実施の形態およびそれらの変形例では、いずれも、LCD 2 0 3 等によって2次元画像を形成したのち、この2次元画像の投射方向を偏向手段によって偏向するようにしているが、本発明はこれに限定されず、偏向手段によって偏向された光を用いて2次元画像を形成してからその2次元画像をそのまま投射するように構成してもよい。以下、そのような構成例について説明する。

【0252】

図78は、本発明の第10の実施の形態に係る3次元画像表示装置の要部を表すものである。この3次元画像表示装置は、回転軸 3 1 0 a を中心として所定の回転角幅をもって回転振動する回転振動ミラー 3 1 0 と、回転振動ミラー 3 1 0 によって反射された光の進行方向に配置された P B S 3 1 1 と、この P B S 3 1 1 の一面に近接または密接するように配置された反射型の LCD 3 1 2 と、P B S 3 1 1 における、LCD 3 1 2 が配置された面と対向する面に近接または密接するように配置されたレンチキュラー板 3 1 3 とを備えている。ここで、回転振動ミラー 3 1 0 が本発明における「偏向手段」に対応する。

【0253】

P B S 3 1 1 は、s 偏光成分を反射し、p 偏光成分を透過する偏光分離面 3 1 1 a を有する。LCD 3 1 2 としては、例えば反射型の強誘電液晶等が用いられる。レンチキュラー板 3 1 3 は、図35におけるレンチキュラー板 2 0 7 と同様に、図の紙面と平行な方向に延びる微小な蒲鉾型レンズを集積配列したもので、P B S 3 1 1 からの出射光を紙面と直交する方向に拡散させる機能を有する。

【0254】

次に、このような構成の3次元画像表示装置の動作を説明する。

【0255】

図78に示したように、回転振動ミラー310が中間位置 ε_2 にあるときには、入射光束の一部である光束PI2のみがLCD312による2次元画像の形成に寄与する。この場合、光束PI2はPBS311に垂直に入射するが、このうちs偏光成分のみが偏光分離面311aで反射されてLCD312に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、反射される。LCD312における変調対象となったピクセルで反射した光は、偏光方向が90度回転し、p偏光となって、PBS311の偏光分離面311aを透過し、レンチキュラー板313を介して、出射面の法面方向に出射される。一方、LCD312における変調対象とならなかったピクセルで反射した光は、偏光方向が変化せず、s偏光のままPBS311の偏光分離面311aに入射し、ここで反射され、レンチキュラー板313から出射されることはない。

【0256】

また、図79に示したように、回転振動ミラー310がPBS311から最も遠ざかる位置 ε_1 にあるときには、入射光束の一部である光束PI1のみがLCD312による2次元画像の形成に寄与する。この場合、光束PI1は入射角 $(-\phi)$ をもってPBS311に入射したのち、s偏向成分のみが偏光分離面311aで反射されてLCD312に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、反射される。LCD312における変調対象となったピクセルで反射した光は、PBS311およびレンチキュラー板313を介して、出射面の法面に対して角度 $(-\delta)$ をなす方向に出射される。

【0257】

また、図79に示したように、回転振動ミラー310がPBS311に最接近する位置 ε_3 にあるときには、入射光束の一部である光束PI3のみがLCD312による2次元画像の形成に寄与する。この場合、光束PI3は入射角 ϕ をもってPBS311に入射したのち、s偏向成分のみが偏光分離面311aで反射されてLCD312に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受

けると共に、反射される。LCD312における変調対象となったピクセルで反射した光は、PBS311およびレンチキュラー板313を介して、出射面の法面に対して角度 δ をなす方向に出射される。

【0258】

結局、PBS311の出射面からは、回転振動ミラー310の回転振動に応じて、LCD312により形成された2次元画像が、 $(-\delta)$ から δ までの出射角で出射する。これにより、観測者G5は、PBS311の内部に3次元画像を観測することとなる。

【0259】

なお、本実施の形態では、回転振動ミラー310での反射により偏向された光をLCD312に入射させるように構成したが、本発明はこれに限定されない。例えば、回転振動ミラー310に代えて、軸を中心として回転可能な柱状プリズム、または、例えば図54に示したように、それぞれ回転軸216aを中心として回転可能な複数の微小な回転プリズム216bからなる偏向プリズムアレイ216を設け、この柱状プリズムまたは偏向プリズムアレイを透過する際の屈折作用により偏向された光をLCD312に入射させるようにしてもよい。ここで、回転振動ミラー310が本発明における「回動する反射体」に対応し、上記の柱状プリズムまたは偏向プリズムアレイ216が本発明における「回動する屈折体」に対応する。

【0260】

また、例えば図80に示したように、入射光を時間の経過に伴って順次異なる方向に反射することが可能な偏向反射ミラーアレイ315を設け、この偏向反射ミラーアレイ315によって偏向された光をLCD312に入射させるようにしてもよい。以下、この図に示した変形例について簡単に説明する。

【0261】

図80は、本実施の形態の一変形例に係る3次元画像表示装置の概略の平面構成を表すものである。この図で、上記の図78に示した要素と同一要素には同一符号を付し、適宜説明を省略する。この3次元画像表示装置は、平行光束を出射する光源部314と、光源部314からの出射光が入射されるPBS311と、

このPBS 311における、光入射面と反対側の面に近接または密接するように配置された反射型のLCD 312と、PBS 311における、LCD 312が配置された面と直交する一面に近接または密接するように配置された偏向反射ミラーアレイ 315と、PBS 311における、偏向反射ミラーアレイ 315が配置された面と対向する面に近接または密接するように配置されたレンチキュラー板 313とを備えている。ここで、偏向反射ミラーアレイ 315が本発明における「偏向手段」に対応する。

【0262】

PBS 311は、s 偏光成分を反射し、p 偏光成分を透過する偏光分離面 311aを有する。偏向反射ミラーアレイ 315は、例えば図54に示した偏向プリズムアレイ 216を構成する各回転プリズム 216bに偏光反射膜をコーティングしたものとして構成されるもので、入射するs 偏光をp 偏光に変換すると共に時間の経過に伴って順次異なる方向に反射するという、いわば偏光偏向走査を行うことが可能になっている。LCD 312およびレンチキュラー板 313の構成および機能は、上記の図78、図79の場合と同様である。

【0263】

このような構成の3次元表示装置では、光源部 314からPBS 311に垂直に入射した平行光束のうち、p 偏光成分のみが偏光分離面 311aを透過してLCD 312に達し、ここでピクセルごとに偏光方向の変調を選択的に受けると共に、垂直に反射される。LCD 312における変調対象となったピクセルで反射した光は、偏光方向が90度回転してs 偏光光となり、PBS 311の偏光分離面 311aで反射して、偏向反射ミラーアレイ 315に入射する。偏向反射ミラーアレイ 315に入射したs 偏光光は、それを構成する回転プリズム 216b（図80では図示せず）の偏光反射膜での反射によってp 偏光光に変換されると共に、回転プリズム 216bの回転に伴って反射方向が順次異なるように反射され、これにより、水平方向の偏向が行われる。偏向反射ミラーアレイ 315で反射されたp 偏光光は、レンチキュラー板 313を介して出射される。これにより、 $(-\delta)$ から δ までの範囲の出射角をもつ光がレンチキュラー板 313から出射する。すなわち、LCD 312で形成された画像が、角度方向 $\theta 1 \sim \theta 60$ の方向

に投射されることとなる。一方、LCD 312における変調対象とならなかったピクセルで反射した光は、偏光方向が変化せず、p偏光のまま偏光分離面 311aを透過するので、レンチキュラー板 314から出射されることはない。

【0264】

また、上記各変形例（図78，図80）では、固定配置された光源とPBSとの間に介在する偏向手段によってLCDへの入射方向を偏向させるようにしているが、このほか例えば図81に示したように、光源320自体を移動させることによってLCD 312への入射光束を偏向させるようにすることも可能である。以下、この図に示した変形例について説明する。

【0265】

図81は、本実施の形態の一変形例に係る3次元画像表示装置の概略の平面構成を表すものである。この図で、上記の図78に示した要素と同一要素には同一符号を付し、適宜説明を省略する。この3次元画像表示装置は、半導体レーザや発光ダイオード等の光源320と、焦点距離が f であるコリメータレンズ321と、PBS 311と、LCD 312と、レンチキュラー板313とを備えている。光源320は、コリメータレンズ321の焦点位置に配置されると共に、焦点面上において光軸322と直交する方向に一定振幅で振動するように構成されている。このときの振幅を x とすると、レンズ321による偏向角は $x/(2f)$ となる。したがって、焦点距離 f を十分小さくし、振幅 x をできるだけ大きくすることによって、大きな偏向角を得ることが可能である。ここで、光源320が本発明における「往復移動する光源」に対応し、コリメータレンズ321が本発明における「光学系」に対応する。

【0266】

また、例えば図82に示したように、時間と共に光の放射方向が変化するような指向性偏向発光パネル330を光源として使用するようにしてもよい。以下、この図に示した変形例について簡単に説明する。

【0267】

図82は、本実施の形態の一変形例に係る3次元画像表示装置の概略の平面構成を表すものである。この図で、上記の図78に示した要素と同一要素には同一

符号を付し、適宜説明を省略する。この3次元画像表示装置は、指向性偏向発光パネル330と、PBS311と、LCD312と、レンチキュラー板313とを備えている。指向性偏向発光パネル330は、例えば図83に示したように、それぞれが回転軸331を中心として回転可能に配置された複数の微小な回動部材332と、各回動部材332の表面に配設された複数の指向性発光体333とを有している。なお、図83は指向性偏向発光パネル330を斜め上方から俯瞰した状態を表すものである。各回動部材332は、等しい回転速度で同期して同一方向に回転するようになっている。指向性発光体333は、例えば、指向性の高い発光ダイオード(LED)や半導体レーザ等で構成される。1つの指向性発光体333は、R、G、B色光用の3つの発光体で構成されている。ここで、指向性偏向発光パネル330が本発明における「2次元画像形成手段により形成される2次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源」に対応する。

【0268】

このような構成の3次元画像表示装置では、指向性偏向発光パネル330からの光の放射方向は時間の経過と共に変化し、LCD312への入射光の入射方向が偏向される。これに対応して、LCD312により形成されレンチキュラー板313から出射される画像の投射方向も変化することとなる。

【0269】

本変形例の3次元画像表示装置によれば、光源自身が偏向手段をも兼ね備えているため、装置構成がコンパクトになるという利点がある。

【0270】

なお、図83に示した指向性発光体を、それぞれ独立したピクセルとし、これらのピクセルを独立に時間的に変調するように構成することにより、PBSやLCDを用いなくとも、表示が可能となる。指向性発光体であるピクセルをダイレクトに駆動することから、PBSによる検波(検光)が不要となるからである。この構成は、特に、数メートル×数メートルという大型サイズの画面に適している。この場合、偏向方向を、偏向板の表面側(0度~180度の偏向方向)のみならず裏面側(180度~360度の偏向方向)にまで拡張させた構成とすれば

、全方位（0～360度）への画像投射が可能となり、平面によらない映像をつくり出すことができる。

【0271】

以上、いくつかの実施の形態を挙げて本発明を説明したが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、上記第5ないし第10の実施の形態およびそれらの変形例では、ビーム偏向走査を横方向（水平方向）にのみ行うものとしたが、本発明はこれに限定されず、横方向のみならず、縦方向にもビーム偏向走査を行うようにすれば、縦方向の3次元表示も可能である。この場合には、観測者は視点を左右上下方向に移動させることによって、物体の側面のみならず上下面までも見るができることになり、極めてリアルな立体画像表示が可能となる。

【0272】

また、上記第6ないし第8の実施の形態では、ホログラムを利用して偏向板226等を構成するようにしたが、本発明はこれに限定されず、例えば図84に示したように、ブレードプリズム状のリニアフレネルレンズを用いて構成した偏向板226'を用いるようにしてもよい。なお、この図84は、偏向板226'の水平方向の断面を表したものである。この偏向板226'は、どの位置で切っても水平方向の断面がすべて同一形状であるように形成された帯状のフレネルレンズであり、60ピクセル分の光が入射されることとなる同一形状の偏向領域H_rを繰り返し形成して構成されている。入射された各ピクセルからの光は、それぞれ異なる方向（角度方向 $\theta_1 \sim \theta_{60}$ ）に屈折（偏向）されて出射することとなる。

【0273】

なお、各実施の形態において用いたLCDのピクセル数は、あくまで一例を示したものであり、適宜変更可能である。例えば、第5の実施の形態では、LCD203の水平方向のピクセル数を600としたが、これと異なる数であってもよい。また、例えば1つの偏向領域H_rに含まれる偏向セルHC(r,i)の数、すなわち、1つの偏向領域H_rによって偏向可能な方向の数は、60には限定されず、これと異なる数であってもよい。また、各偏向方向の角度間隔は1度には限ら

れず、他の値としてもよい。

【0274】

また、上記各実施の形態では、2次元画像形成素子として、補助光としてのバックライトや照明光を必要とする受動的素子である液晶表示素子を用いることとしたが、本発明はこれに限定されず、反射型液晶を使用して投射光学系を構成する場合（図77、図78、図80、図81および図82の場合）を除き、自ら光を発することで画像を表示可能な能動的表示素子、例えばPD（プラズマディスプレイ）素子やEL（エレクトロ・ルミネセンス）素子、さらには、FED（Field Emission Display）素子等を用いるようにしてもよい。なお、このFEDとは、多数の微細な電子源を陰極としてアレイ上に配列すると共に、各陰極に高電圧を印加することにより各陰極から電子を引き出し、これらの電子を陽極に塗布した蛍光体に衝突させて発光させるようにしたものである。

【0275】

【発明の効果】

以上説明したように、請求項1ないし請求項39いずれか1に記載の3次元画像表示装置によれば、2次元画像形成手段における複数の画素の駆動によって形成された2次元画像を基に空間に3次元画像を形成するようにしたので、2次元画像形成手段によって形成される2次元画像の内容を簡単に変えることができ、これにより、空間に表示される3次元画像の内容をも簡単に変えることができるという効果を奏する。したがって、その変更のタイミングを高速化すれば、動画の立体表示も実現可能になるという効果がある。また、専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、真の意味での立体表示が可能になるという効果を奏する。

【0276】

特に、請求項2ないし請求項11のいずれかに記載の3次元画像表示装置によれば、複数の画素の駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像形成素子を複数設けると共に、これらの各2次元画像形成素子に対向させて、対応する2次元画像形成素子からの出射光を空間中に拡散させて出射可能な光拡散素子、または、対応する2次元画像形成素子から出射されて入射する光をそのまま通過させ

る微小開口部を設け、各光拡散素子または微小開口部から出射した光が表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるように各2次元画像形成素子の表示動作を制御するようにしたので、2次元画像形成素子と光拡散素子または微小開口部との組み合わせという比較的簡単な構成で3次元表示を実現できるという効果を奏する。

【0277】

また、請求項12または請求項13に記載の3次元画像表示装置によれば、画素の駆動によって2次元画像を表示可能な2次元画像表示パネルを設けると共に、この2次元画像表示パネルに対向して、2次元画像表示パネルの各画素からの出射光をそのまま通過させまたは遮断することが可能な複数の光開閉セルを配列してなる光開閉セルアレイを設け、各光開閉セルが順次開状態となるように光開閉セルアレイを走査制御すると共に、この走査に同期して2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲を順次移動させるように制御し、順次移動していく画像表示範囲の各画素から出射して光開閉セルアレイの開状態の光開閉セルを通過した光により、表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成するようにしたので、ピンホールとして機能する光開閉セルを互いに近接して配置することが可能となる。このため、表示される3次元画像の角度分解能が向上し、画品位がよくなるという効果を奏する。

【0278】

また、請求項14または請求項15に記載の3次元画像表示装置によれば、2次元画像表示パネルと光開閉セルアレイとを有する単位ユニットを複数配列し、これらの複数の単位ユニットの各光開閉セルアレイを並列に走査して互いに対応する位置にある各光開閉セルが同期して開状態となるように制御すると共に、複数の光開閉セルアレイの並列走査に同期して複数の表示ユニットの各2次元画像表示パネルにおける画像表示範囲が並列に（一斉に）移動するように制御し、これにより、各画像表示範囲の各画素からの出射光が対応する光開閉セルアレイにおける開状態の光開閉セルを通過して表示対象の3次元画像を構成する多数の点光源像を空間中に形成することとなるようにしたので、表示画像の解像度、角度分解能、および動画としての自然さ等、いずれの点においても鑑賞に耐えうる品

質の3次元動画を提供することができるという効果を奏する。

【0279】

また、請求項16ないし請求項39のいずれか1に記載の3次元画像表示装置によれば、2次元画像形成手段により形成された時間的に変化する2次元画像の投射方向がその2次元画像の時間的な変化に対応して変化する事となるように、2次元画像の投射方向を偏向するようにしたので、様々な方向に投射された2次元画像を時々刻々観測する者は、その眼の残像現象によって、空間に3次元画像を合成して立体画像として観測することができる。

【0280】

特に、請求項17記載の3次元画像表示装置によれば、偏向手段を、電界方向に沿って液晶分子が整列し電界方向にのみ光を透過させるように機能する透過方向可変型の液晶素子を利用して構成するようにしたので、機械的可動機構を含まず、偏向制御や保守が容易であるという効果を奏する。

【0281】

また、請求項18記載の3次元画像表示装置によれば、3次元画像形成手段が、さらに、2次元画像投射方向を偏向手段による偏向方向と異なる方向に拡散させるための拡散手段を備えるようにしたので、見る者が、偏向手段による偏向方向と異なる方向に視点を移動させた場合においても3次元画像を見ることができるという効果を奏する。

【0282】

また、請求項19記載の3次元画像表示装置によれば、画像形成制御手段が、偏向手段によって偏向される2次元画像の投射方向に応じて、その偏向方向における2次元画像の倍率を変化させるように画像形成動作を制御するようにしたので、見る者にとって、どの方向から見ても、正しい縦横比の3次元画像を見ることができるという効果を奏する。

【0283】

また、請求項20または請求項21記載の3次元画像表示装置によれば、2次元画像形成手段が、さらに、符号化された2次元画像データを受信する受信手段と、受信手段によって受信された2次元画像データを復号化する復号化手段とを

含むようにしたので、3次元表示に必要な膨大な2次元画像データを符号化された状態で受信することができ、画像データを記録する記録媒体の記録領域の消費量を低減できると共に、実質的なデータ伝送の高速化を図ることができるという効果を奏する。

【0284】

特に、請求項21記載の3次元画像表示装置によれば、時間的に異なる2次元静止画データの集合を動画像とみなして圧縮符号化するようにしたので、一般的な動画像圧縮技術を適用することができるという効果を奏する。

【0285】

また、請求項26ないし請求項34のいずれか1に記載の3次元画像表示装置によれば、入射される光を、その入射位置に対応した方向に偏向させることが可能なホログラムを利用して偏向手段を構成するようにしたので、偏向手段を複製によって製作することが可能であり、量産性に富むという効果を奏する。

【0286】

特に、請求項32記載の3次元画像表示装置によれば、ホログラムを形成したフィルム状部材を光の入射方向と異なる一つの方向に移動させることによって入射光を順次偏向させるようにしたので、偏向動作に必要なフィルム状部材の移動機構を比較的容易に構成することができるという効果を奏する。

【0287】

また、請求項35記載の3次元画像表示装置によれば、印加される信号電圧に応じて局所的に厚みが増減して表面に凹凸を生ずる光透過性部材を利用して偏向手段を構成するようにしたので、信号電圧の設定を変えるだけで、偏向の状態や条件を比較的簡単に変更することができるという効果を奏する。

【0288】

また、請求項39記載の3次元画像表示装置によれば、偏向手段が、2次元画像形成手段により形成される2次元画像の時間的な変化に対応して光の放射方向を変えることが可能な光源を含むものであるようにしたので、装置がコンパクトになるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す正面図である。

【図 2】

この 3 次元画像表示装置の要部を表す断面図である。

【図 3】

この 3 次元画像表示装置の要部を表す拡大断面図である。

【図 4】

この 3 次元画像表示装置の表示動作を制御する表示制御回路の概略構成を表すブロック図である。

【図 5】

この 3 次元画像表示装置によって立体画像が表示される様子を説明するための説明図である。

【図 6】

この 3 次元画像表示装置の表示対象画像の一例、およびこの表示対象画像を 2 値化して得られる画像データを表す図である。

【図 7】

画像データから部分画像データを切り出す手順を説明するための説明図である。

【図 8】

図 7 に示した手順によって切り出された部分画像データ（切出データ）を表す図である。

【図 9】

図 8 に示した切出データを反転して得られる反転データを表す図である。

【図 10】

この 3 次元画像表示装置の要部の作用を説明するための断面図である。

【図 11】

この 3 次元画像表示装置によって空間に点光源像が形成される様子を説明する

ための説明図である。

【図 12】

この 3 次元画像表示装置によって空間に平面的な画像が表示された状態を示す図である。

【図 13】

この 3 次元画像表示装置によって空間に立体的な画像が表示された状態を示す図である。

【図 14】

視野角を等しくした場合の、3 次元表示スクリーンから点光源像までの距離と角度分解能との関係を示す図である。

【図 15】

光拡散素子の変形例を表す断面図である。

【図 16】

光拡散素子の他の変形例を表す断面図である。

【図 17】

光拡散素子のさらに他の変形例を表す断面図である。

【図 18】

図 17 に示した光拡散素子の入射面を表す図である。

【図 19】

光拡散素子のさらに他の変形例を表す断面図である。

【図 20】

コリメータレンズの変形例を表す断面図である。

【図 21】

本発明の第 2 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

【図 22】

この 3 次元画像表示装置の要部構成を表す断面図である。

【図 23】

この 3 次元画像表示装置の要部構成を表す拡大断面図である。

【図 24】

本発明の第3の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

【図 25】

この3次元画像表示装置の要部構成を表す断面図である。

【図 26】

この3次元画像表示装置の表示動作を制御する表示制御回路の概略構成を表すブロック図である。

【図 27】

この3次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 28】

この3次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 29】

この3次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

【図 30】

本発明の第4の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す斜視図である。

【図 31】

この3次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 32】

この3次元画像表示装置の動作を説明するための説明図である。

【図 33】

この3次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

【図 34】

この3次元画像表示装置の具体例を説明するための説明図である。

【図 35】

本発明の第5の実施の形態に係る3次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

【図 3 6】

図 3 5 に示した 3 次元画像表示装置の要部構成を表す斜視図である。

【図 3 7】

図 3 5 に示した 3 次元画像表示装置の要部構造を表す側面図である。

【図 3 8】

この 3 次元画像表示装置に供給される 2 次元画像データを取得するための撮影原理を説明するための平面図である。

【図 3 9】

見る方向によって互いに異なる視点の画像が観測される様子を示す説明図である。

【図 4 0】

図 3 5 に示した偏向板の構造を表す断面図である。

【図 4 1】

図 3 5 に示した偏向板のある動作状態を表す断面図である。

【図 4 2】

図 3 5 に示した偏向板の他の動作状態を表す断面図である。

【図 4 3】

この 3 次元画像表示装置の動作を制御する制御回路の構成を表すブロック図である。

【図 4 4】

画像幅変調の原理を説明するための図である。

【図 4 5】

画像幅変調の原理を説明するための図である。

【図 4 6】

画像幅変調の原理を説明するための図である。

【図 4 7】

MPEG 方式による画像データの圧縮方法を表す図である。

【図 4 8】

MPEG 方式による画像データの圧縮方法を表す図である。

【図 4 9】

図 3 5 に示した LCD のピクセル配列構成の一例を表す図である。

【図 5 0】

時分割的手法による中間階調表現方法を表す図である。

【図 5 1】

空間分割的手法による中間階調表現方法を表す図である。

【図 5 2】

画像を高精細化するための方法を示す図である。

【図 5 3】

画像を高精細化するための方法を示す図である。

【図 5 4】

図 3 5 における偏向板の変形例としての偏向プリズムアレイの構成を表す斜視図である。

【図 5 5】

図 5 4 に示した偏向プリズムアレイの作用を示す図である。

【図 5 6】

図 5 4 に示した偏向プリズムアレイを構成する回転プリズムの他の例を示す図である。

【図 5 7】

本発明の第 6 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

【図 5 8】

図 5 7 における偏向板の構造および作用を表す断面図である。

【図 5 9】

図 5 7 における偏向板の一部の構造および作用を表す拡大断面図である。

【図 6 0】

図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の動作を表す図である。

【図 6 1】

図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の動作を表す図である。

【図 6 2】

図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の動作を表す図である。

【図 6 3】

図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の動作を表す図である。

【図 6 4】

図 3 5 に示した 3 次元画像表示装置と図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の偏向動作の原理を比較して表す図である。

【図 6 5】

図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の変形例に係る 3 次元画像表示装置の動作を説明するための図である。

【図 6 6】

図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の変形例に係る 3 次元画像表示装置の動作を説明するための図である。

【図 6 7】

図 5 7 に示した 3 次元画像表示装置の変形例に係る 3 次元画像表示装置の動作を説明するための図である。

【図 6 8】

本発明の第 7 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

【図 6 9】

本発明の第 8 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の構成を表す平面図である。

【図 7 0】

図 6 9 に示した 3 次元画像表示装置における偏向フィルムの構成および作用を表す平面図である。

【図 7 1】

図 6 9 に示した 3 次元画像表示装置における偏向フィルムの作用を表す斜視図である。

【図 7 2】

図 6 9 に示した 3 次元画像表示装置における偏向フィルムの偏向セルの作用を表す平面図である。

【図 7 3】

図 6 9 に示した 3 次元画像表示装置の変形例としての 3 次元画像表示装置の概略構成を表す斜視図である。

【図 7 4】

図 7 3 に示した 3 次元画像表示装置の平面図である。

【図 7 5】

本発明の第 9 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置に用いられる偏向板の要部構造および作用を表す断面図である。

【図 7 6】

図 7 5 に示した偏向板の作用を表す断面図である。

【図 7 7】

第 5 ないし第 9 の実施の形態の 3 次元画像表示装置に用いられる投射光学系の変形例を表す平面図である。

【図 7 8】

本発明の第 10 の実施の形態に係る 3 次元画像表示装置の要部構造および作用を表す平面図である。

【図 7 9】

図 7 8 に示した 3 次元画像表示装置の作用を表す平面図である。

【図 8 0】

本発明の第 10 の実施の形態に係る変形例としての 3 次元画像表示装置の構造および作用を表す平面図である。

【図 8 1】

本発明の第 10 の実施の形態に係る他の変形例としての 3 次元画像表示装置の構造および作用を表す平面図である。

【図 8 2】

本発明の第 10 の実施の形態に係る、さらに他の変形例としての 3 次元画像表

示装置の構造および作用を表す平面図である。

【図83】

図82に示した指向性偏向発光パネルの構造を表す外観斜視図である。

【図84】

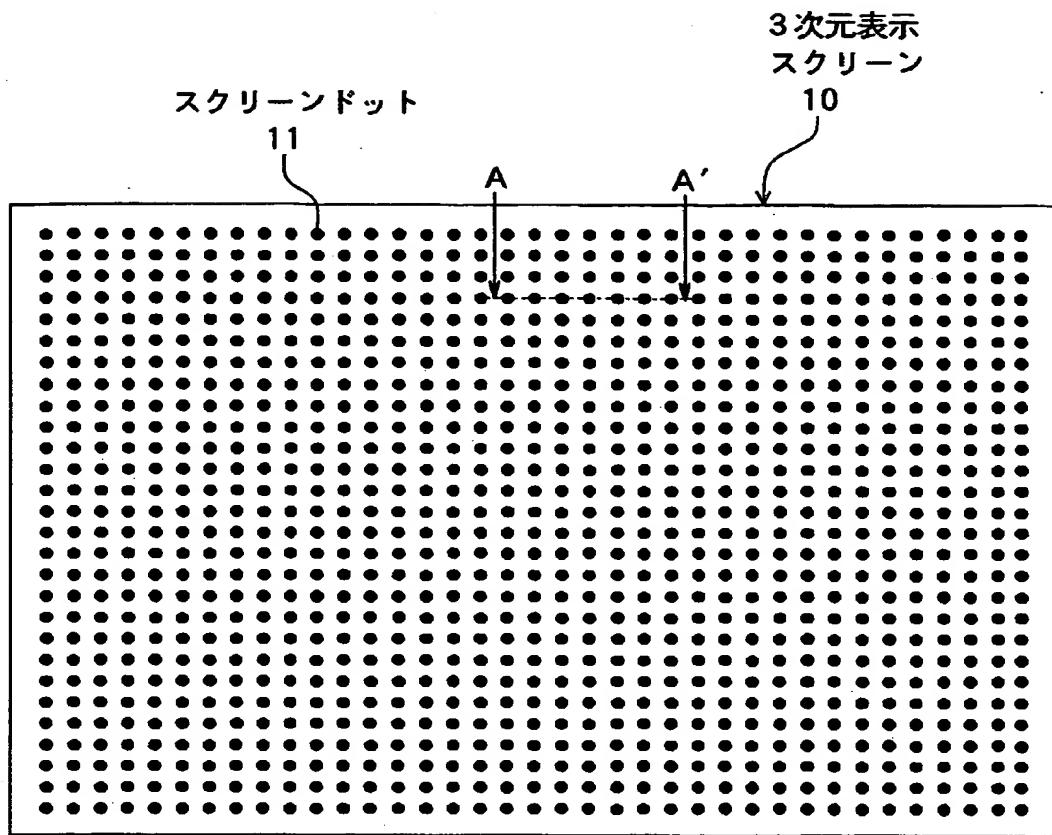
第6ないし第8の実施の形態に係る3次元画像表示装置に適用される偏向板の変形例を表す断面図である。

【符号の説明】

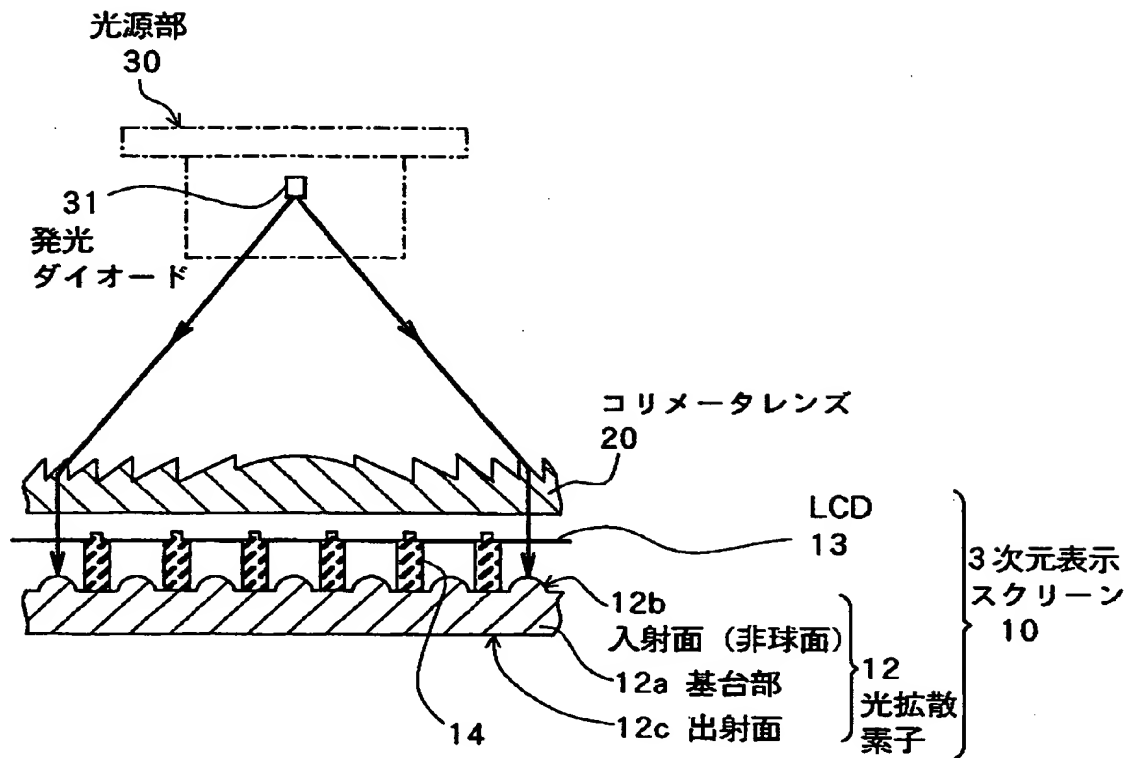
10, 63...3次元表示スクリーン、11, 111, 121, 131, 141...スクリーンドット、12, 112, 122, 132, 142...光拡散素子、12b, 112b, 122b, 132b...入射面、12c, 112c, 122c, 132c...出射面、12d...集光点、13, 60...LCD、20, 20'...コリメータレンズ、30, 201, 314...光源部、31...発光ダイオード、40, 80, 180...表示制御回路、48...2次元静止画データ、61...LCDパネル、62...ピンホール素子、64a...ピンホール、70...ピクチャLCDパネル、71...ピンホールLCDパネル、72...ピンホールLCD、80...ピクチャLCD大パネル、81...ピンホールLCD集合パネル、183...走査アドレス指示部、SP...部分画像表示領域、PX...ピンホール画素、203, 303, 312...LCD、204...コンデンサレンズ、205...コリメータレンズ、206, 226, 226', 266...偏向板、206a...高分子材料、206b...液晶分子、206c...高分子・液晶複合層、207, 313...レンチキュラー板、210...制御回路、214...MPEGデコーダ、216...偏向プリズムアレイ、216b...回転プリズム、218...LCDドライバ、219...PLL、220...偏向コントローラ、228...ビデオ信号処理部、236, 246...偏向フィルム、256...偏向スクリーン、258...投射光学系、268...電極、269...変形層、269a...電荷蓄積膜、269b...凹部、310...回転振動ミラー、300, 311...偏向ビームスプリッタ、313...レンチキュラー板、315...偏向反射ミラーアレイ、320...光源、330...指向性偏向発光パネル、332...回動部材、333...指向性発光体、Hr...偏向領域、HC(r,i)...偏向セル

【書類名】 図面

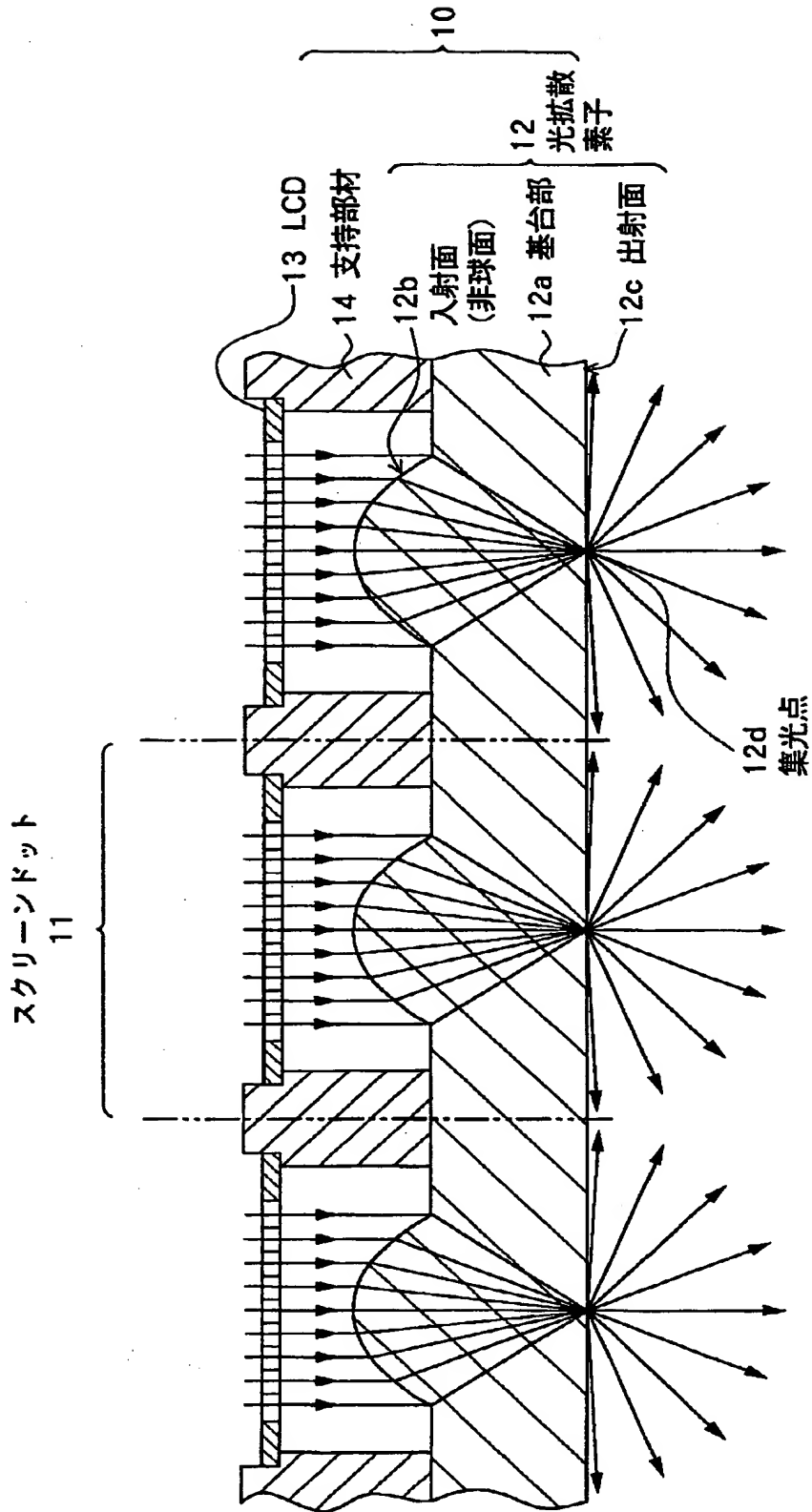
【図 1】



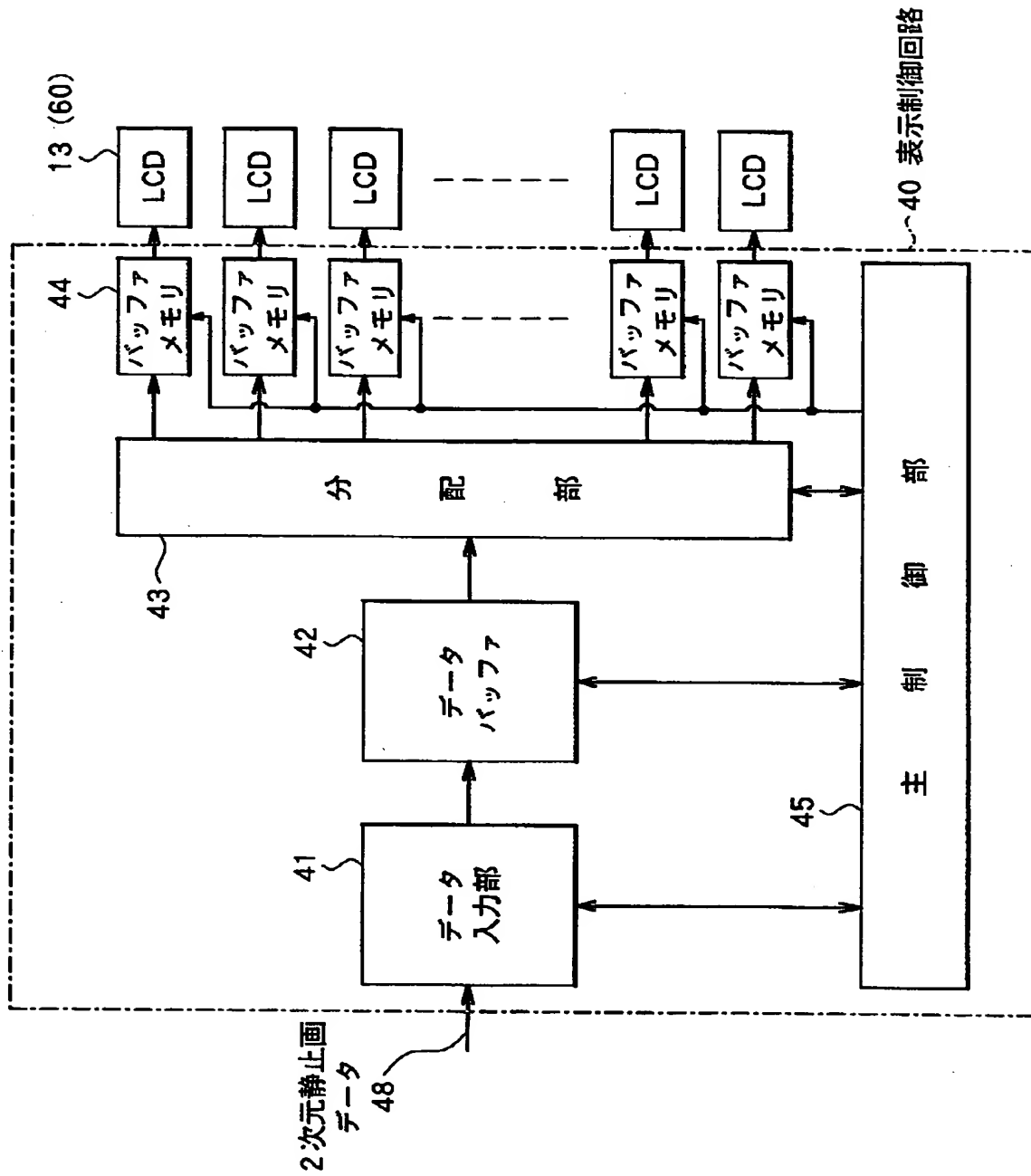
【図 2】



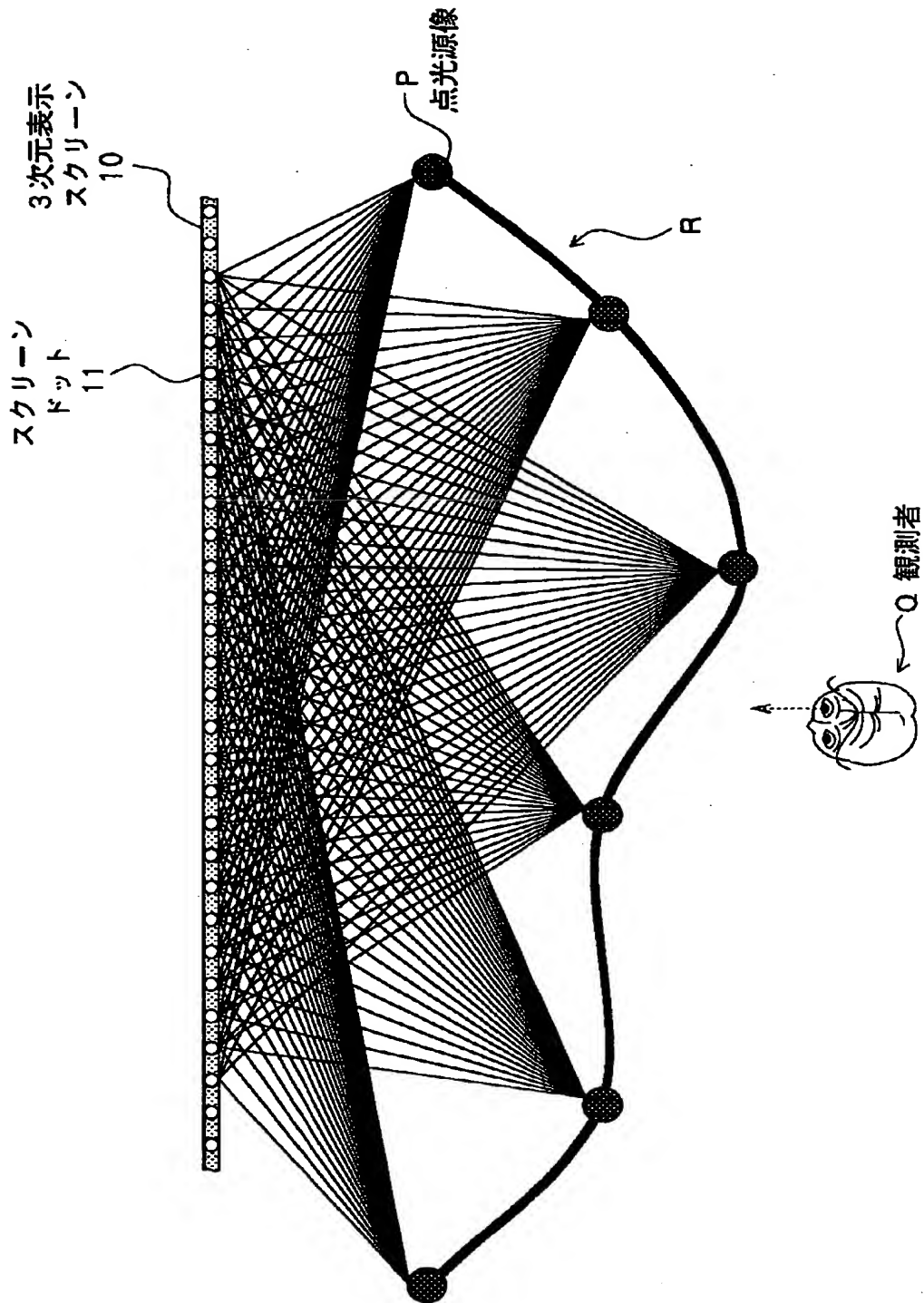
【図 3】



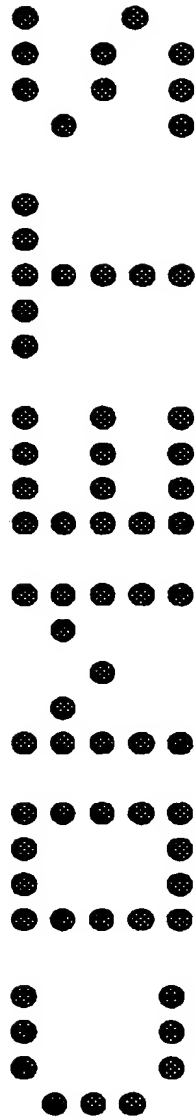
【図4】



【図 5】



【图6】

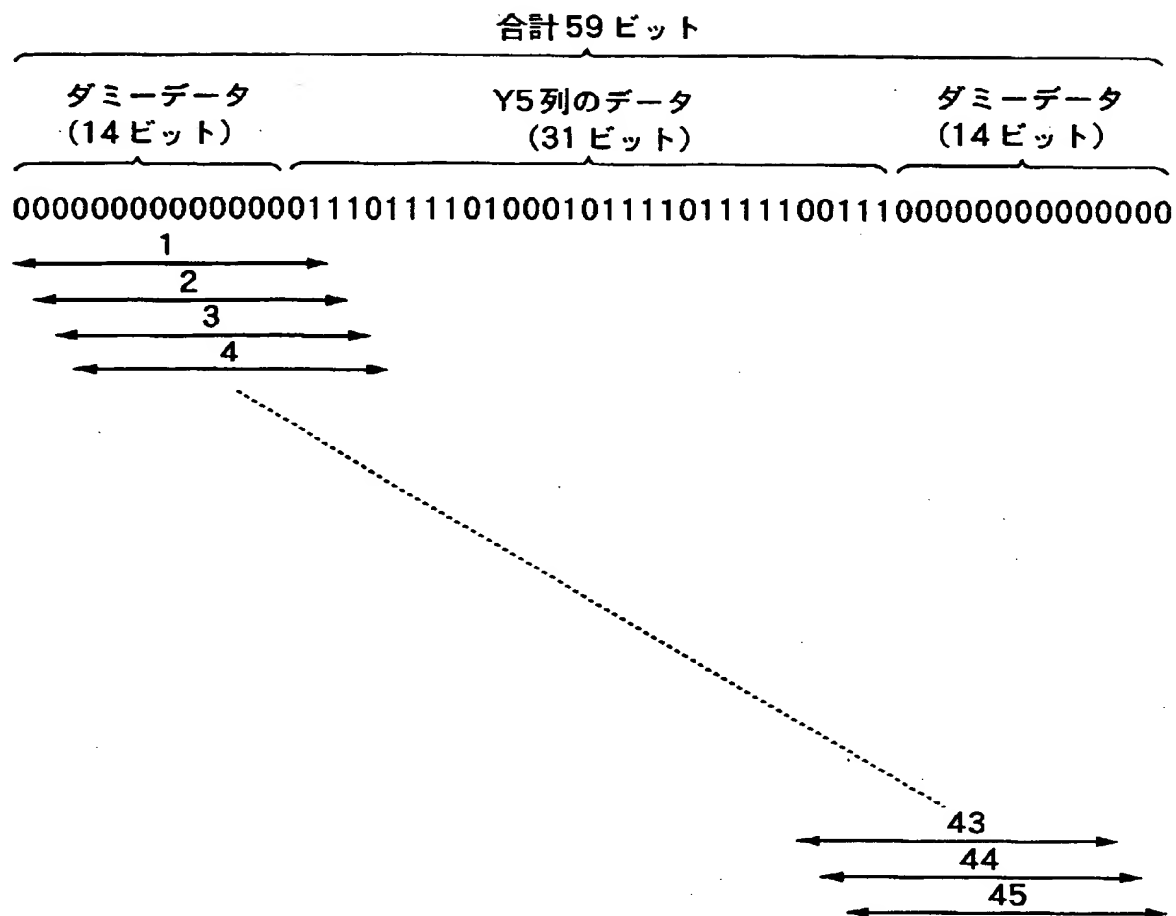


(a)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22	X23	X24	X25	X26	X27	X28	X29	X30	X31	
Y1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1
Y2	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Y3	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
Y4	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Y5	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0

(b)

【図 7】



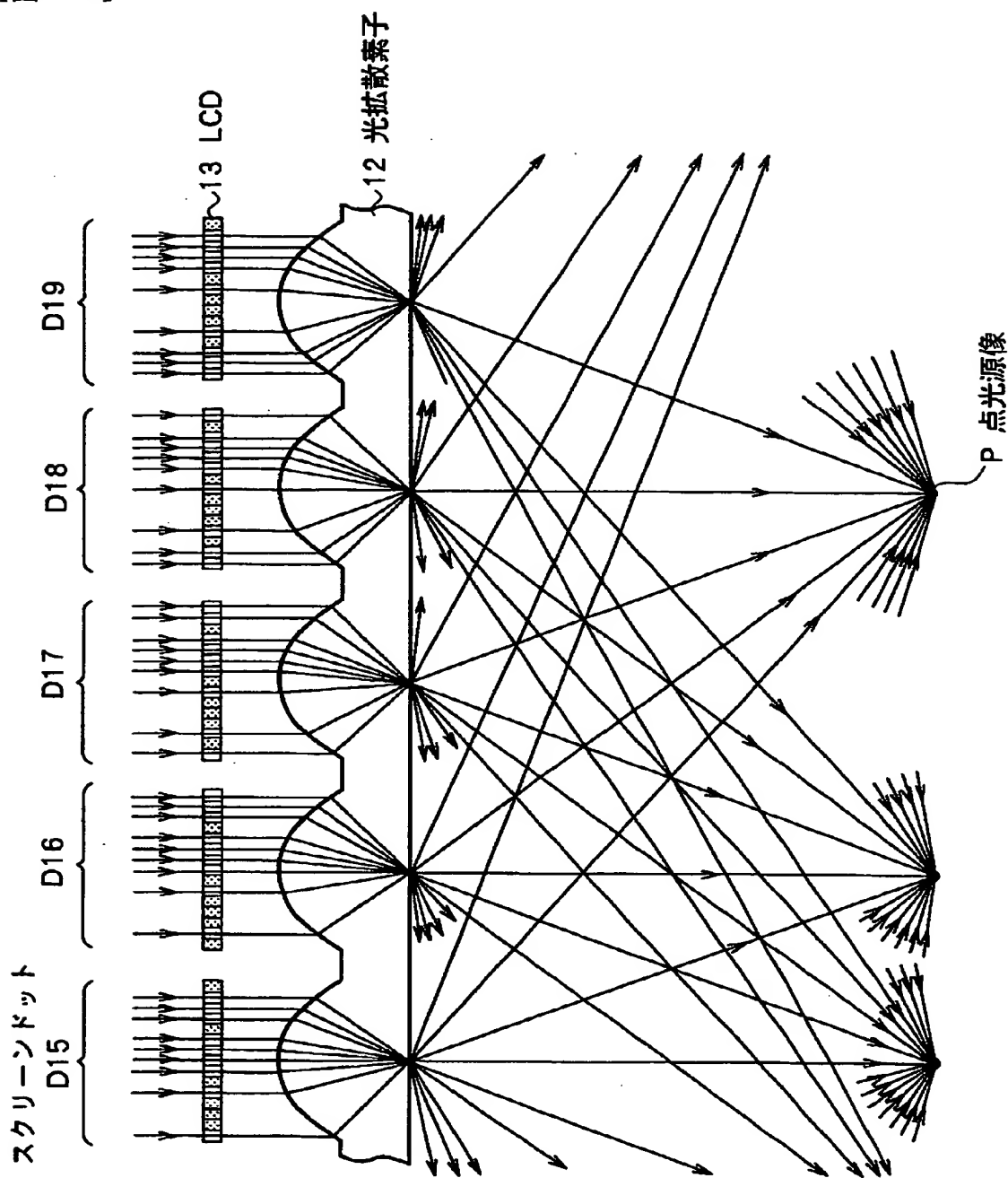
【図8】

切出番号	切 出 デ ー タ
1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
2	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1
3	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
⋮	⋮
15	0 1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1
16	1 1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0
17	1 1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1
18	1 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1
19	0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1
⋮	⋮
42	0 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
43	1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
44	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
45	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0

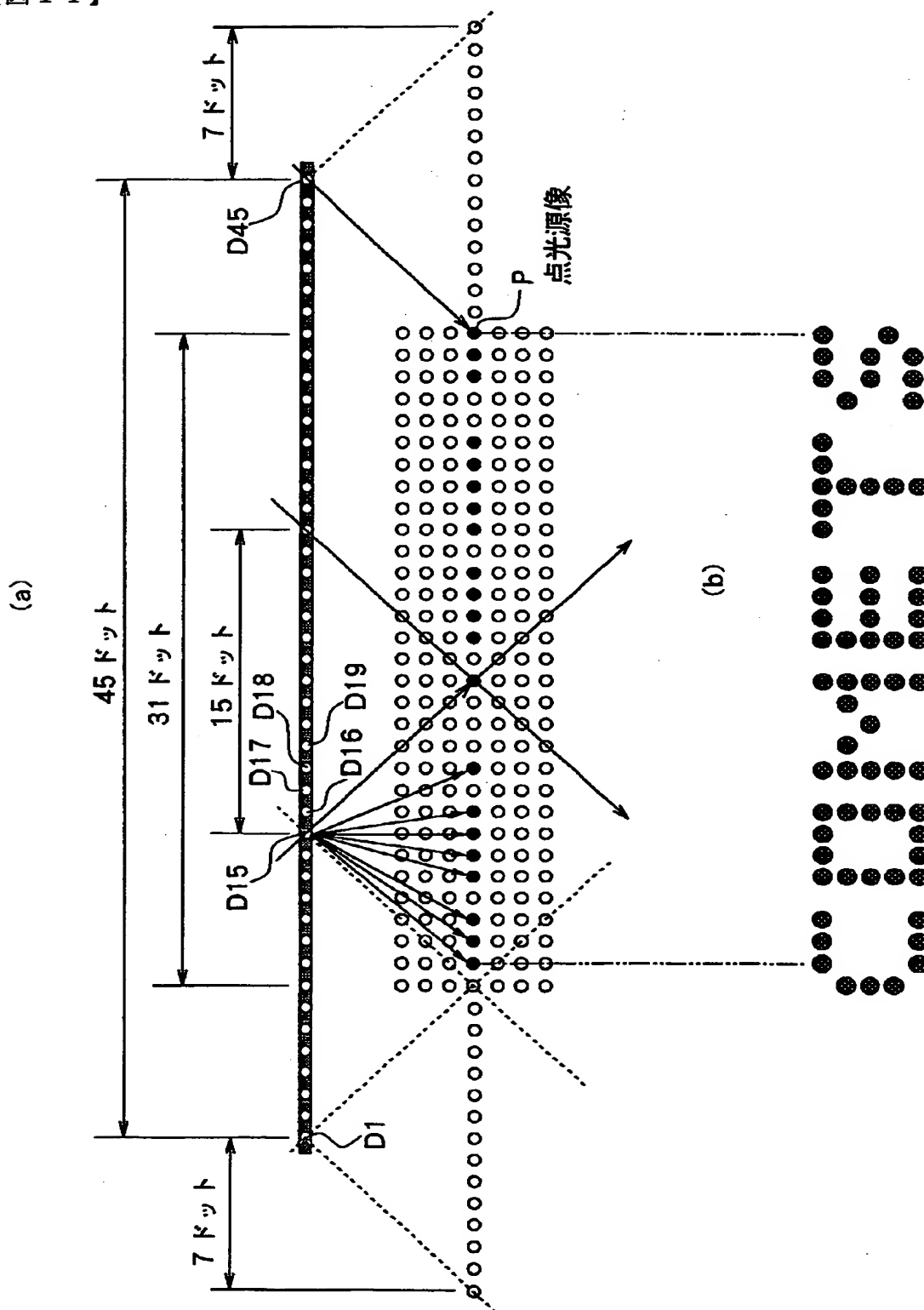
【図9】

スクリーン ドット番号	反 転 デ ー タ
D1	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D2	1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
D3	1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
⋮	⋮
D15	1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1 0
D16	0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1 1
D17	1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1 1
D18	1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 1
D19	1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0
⋮	⋮
D42	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0
D43	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1
D44	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1
D45	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1

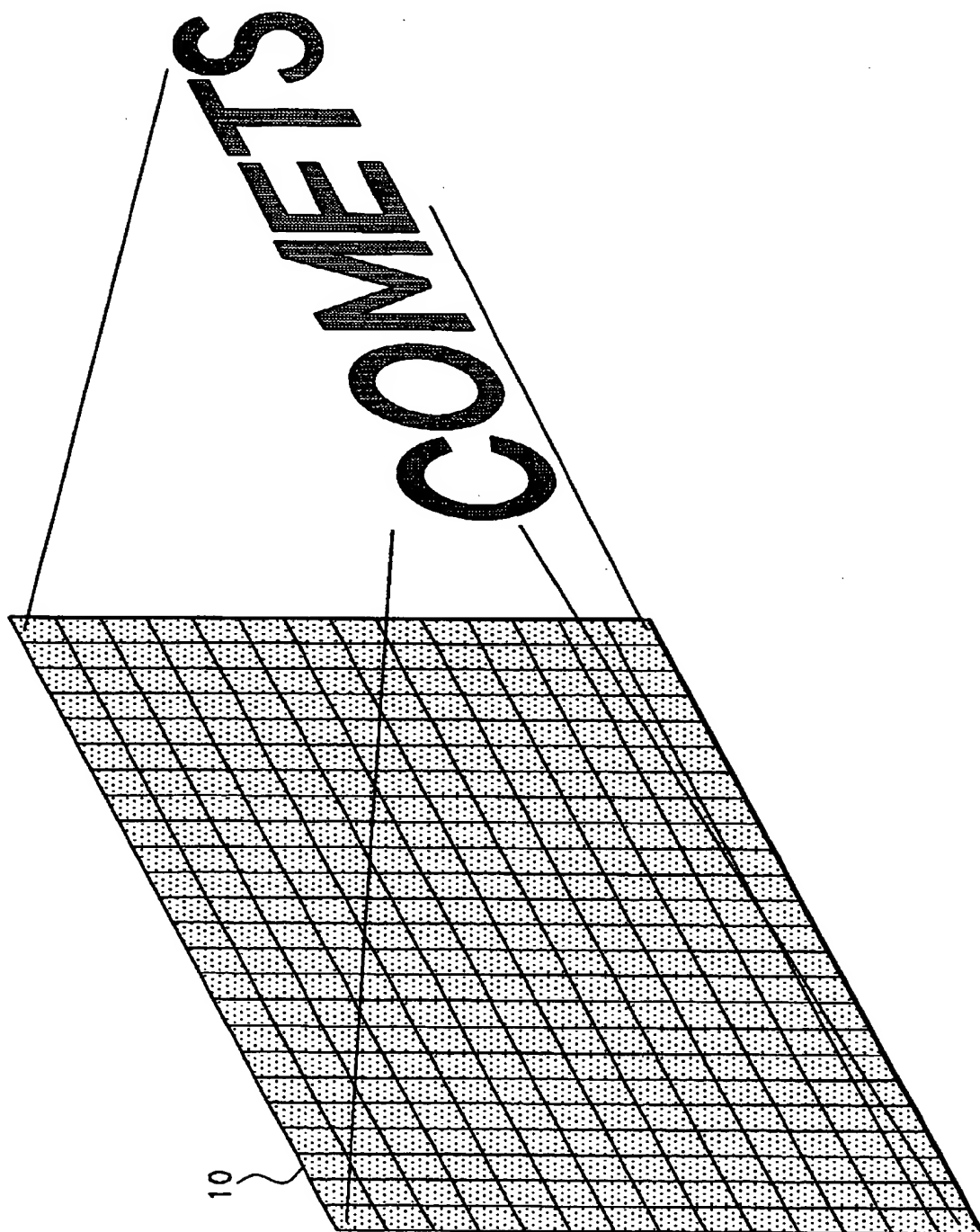
【図10】



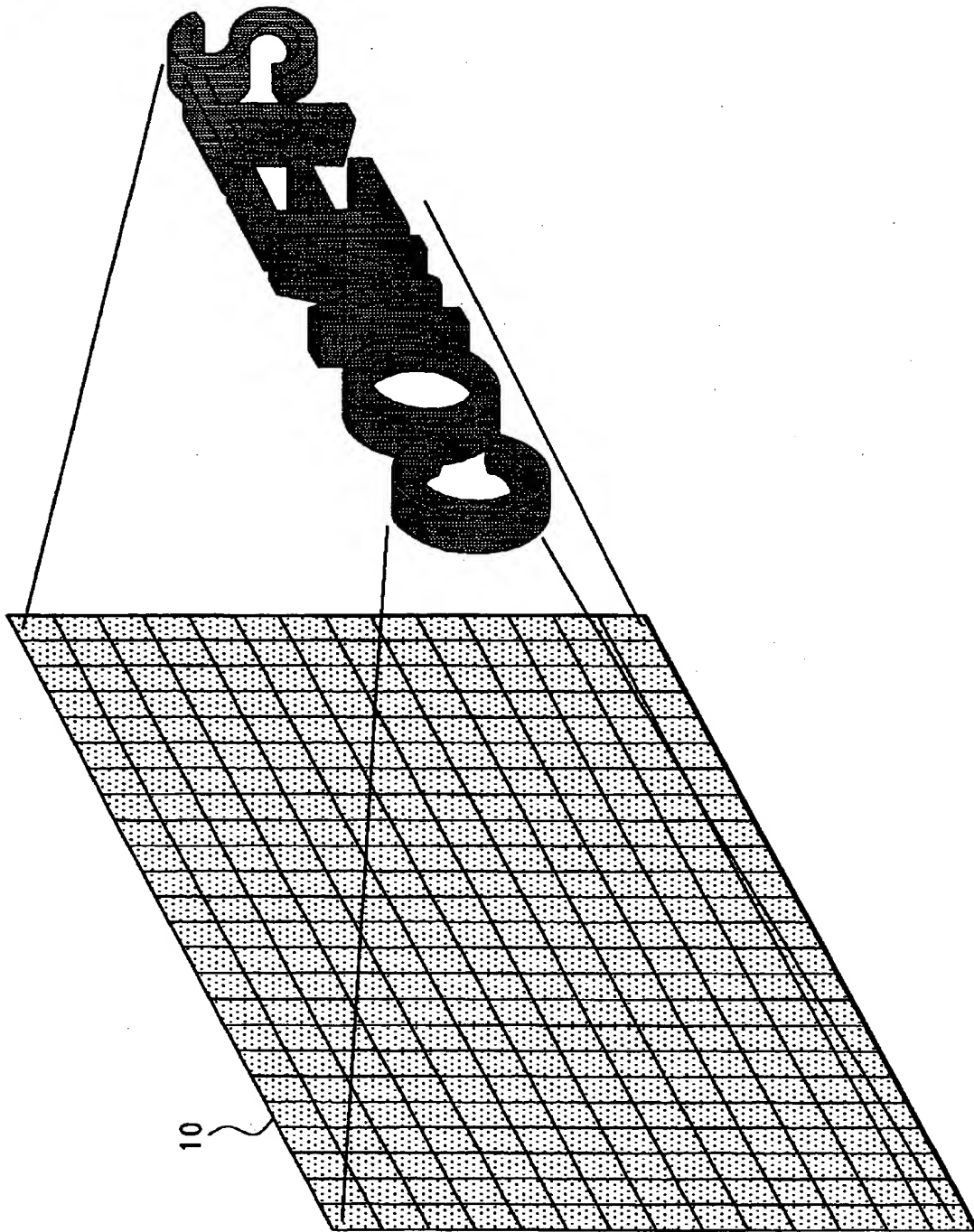
【図 11】



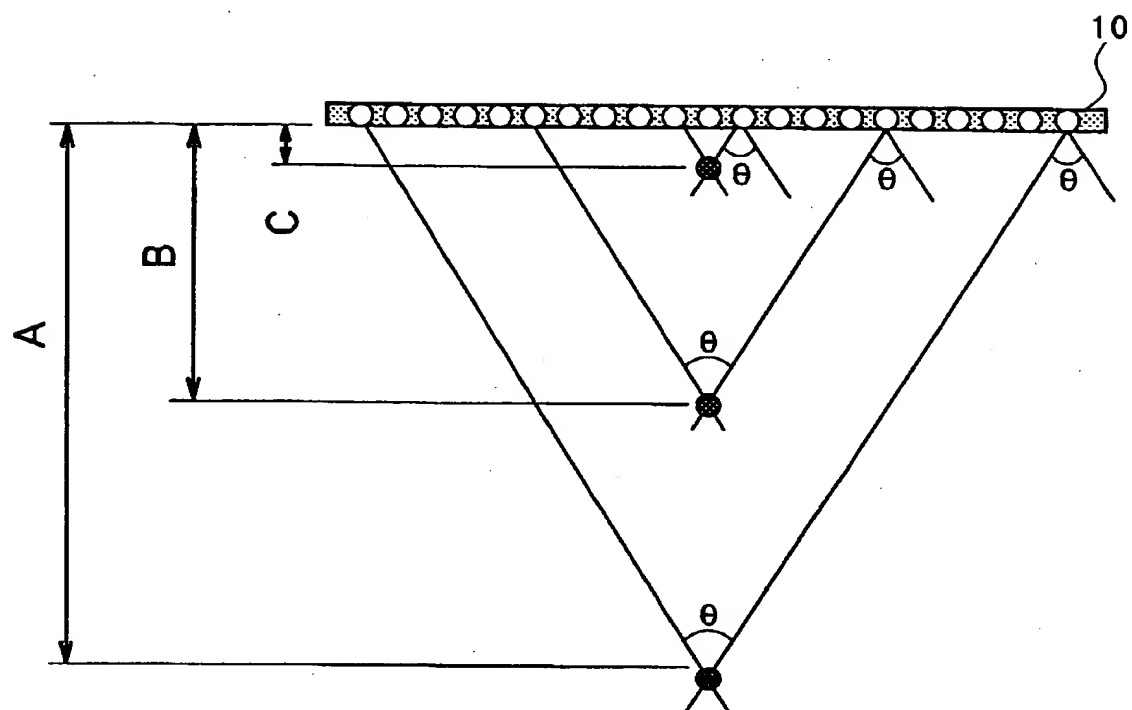
【図12】



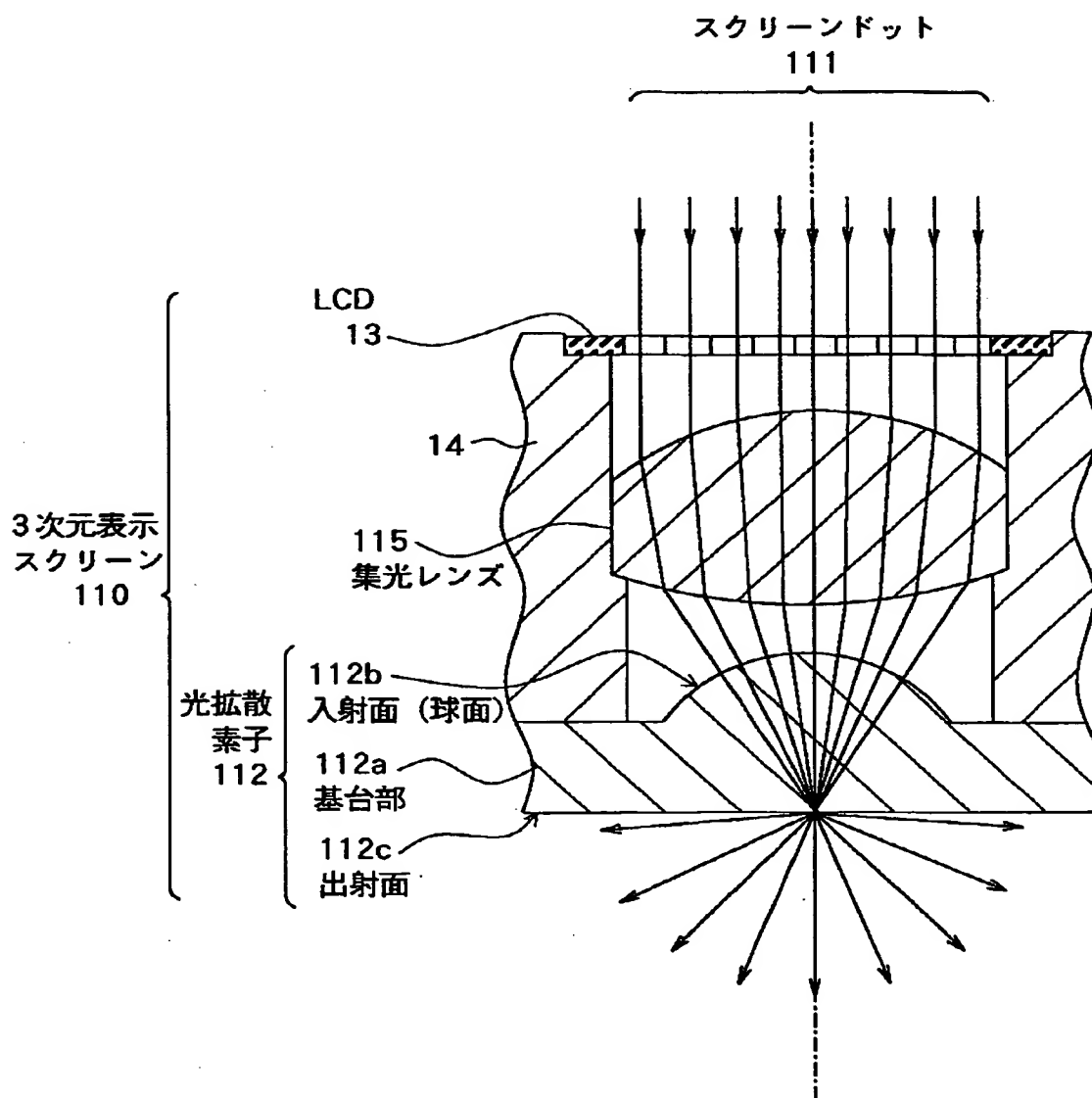
【図 13】



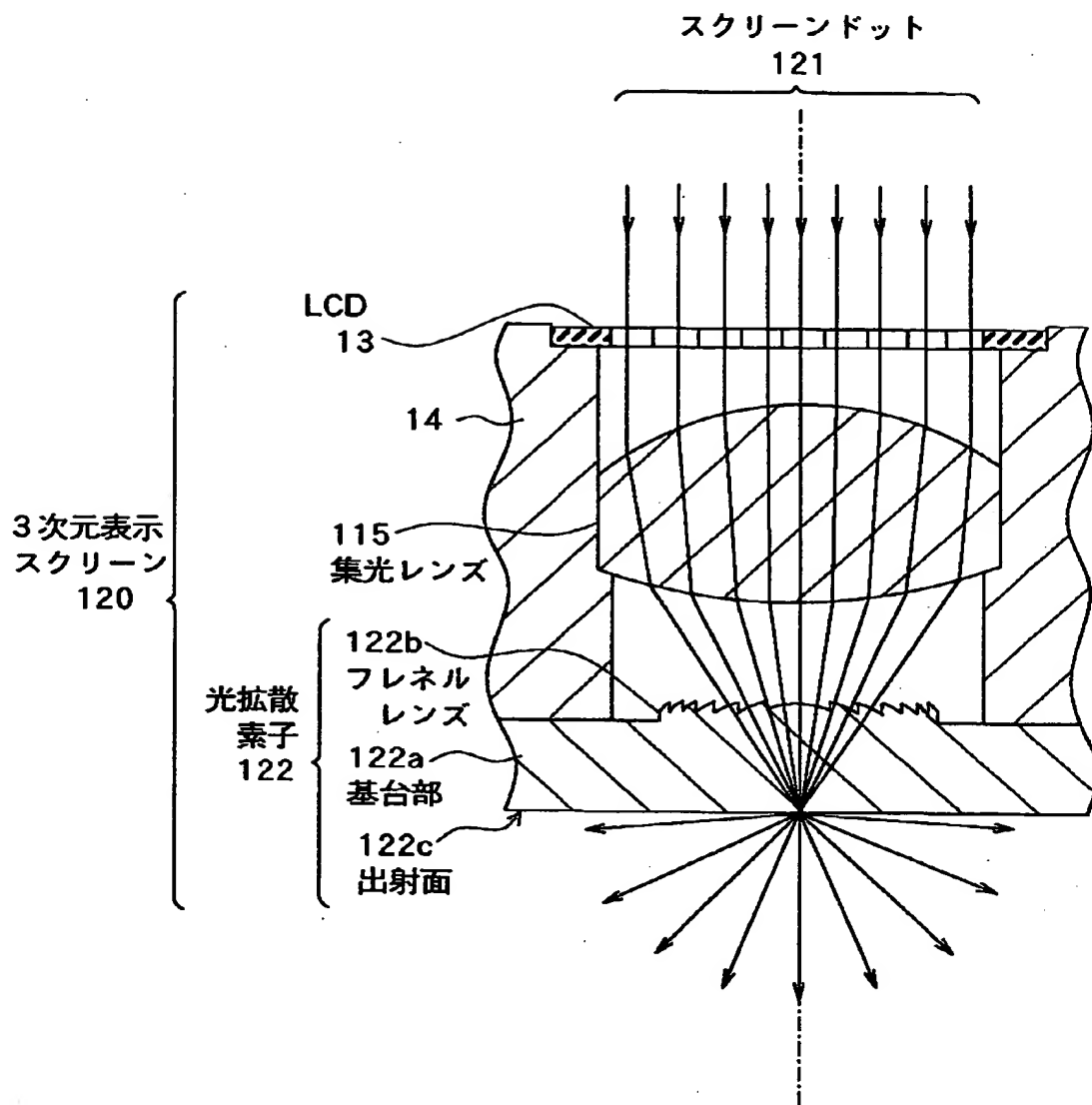
【図 14】



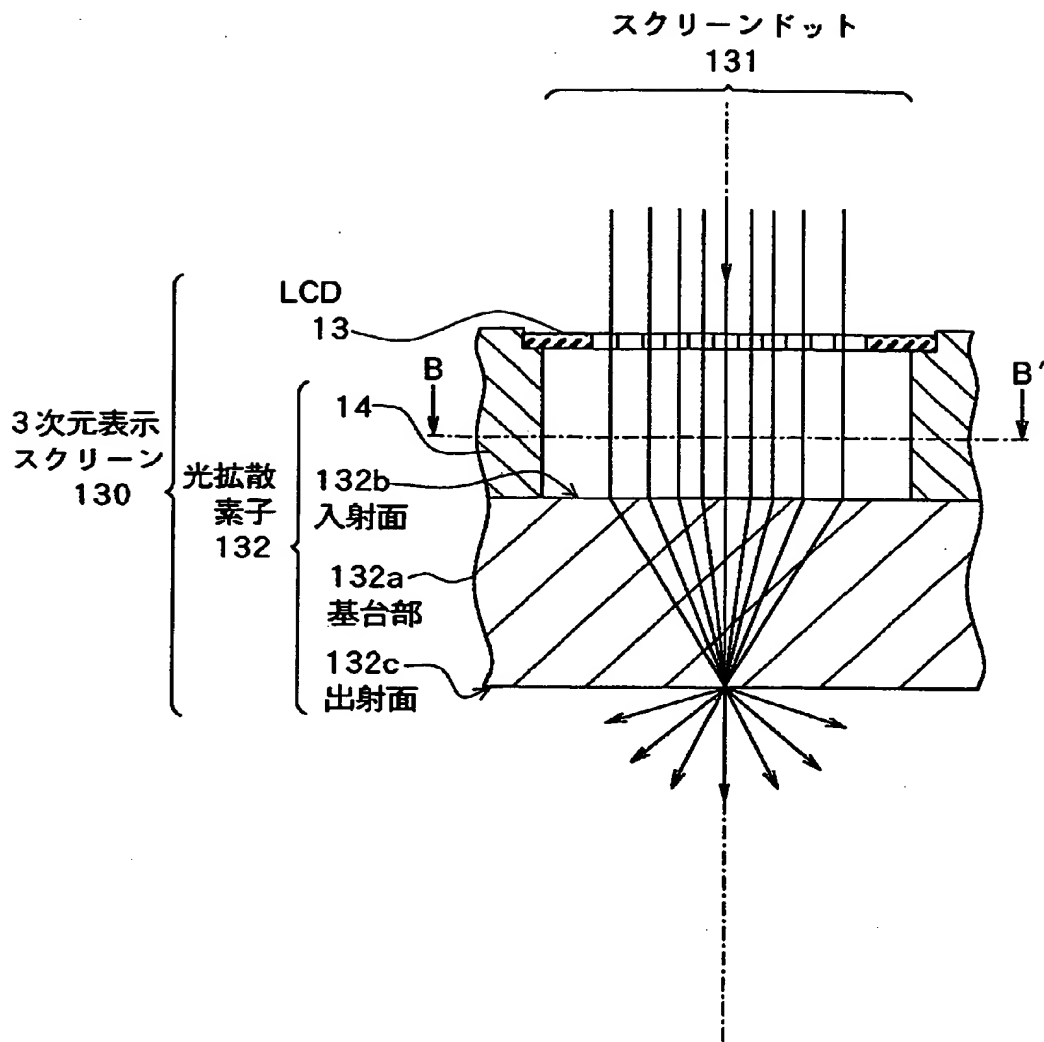
【図 15】



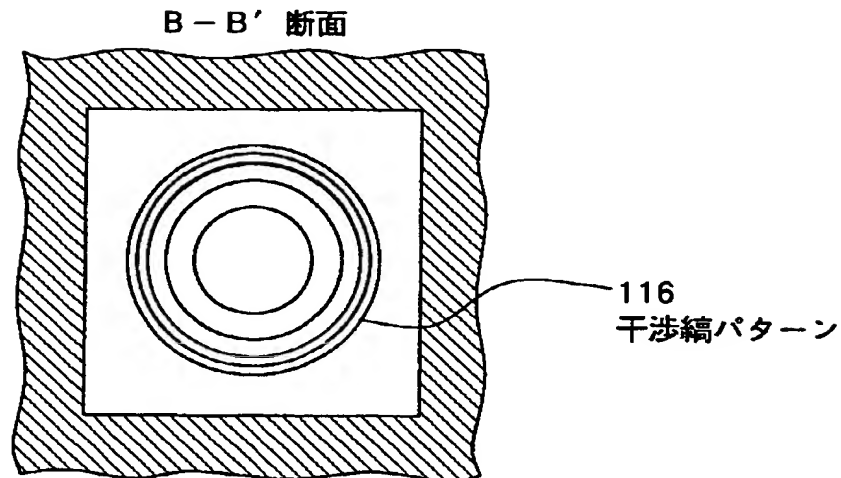
【図 16】



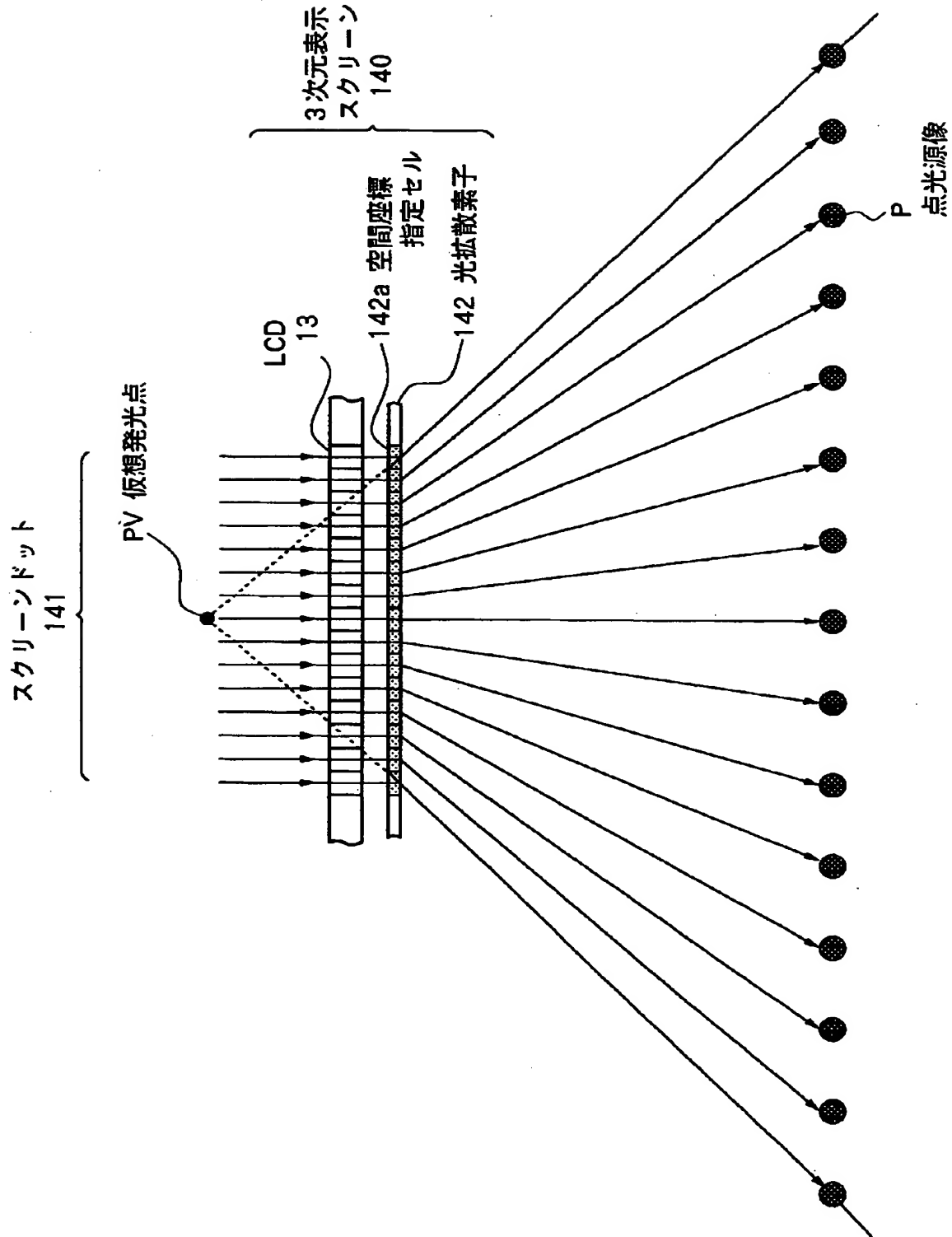
【図 17】



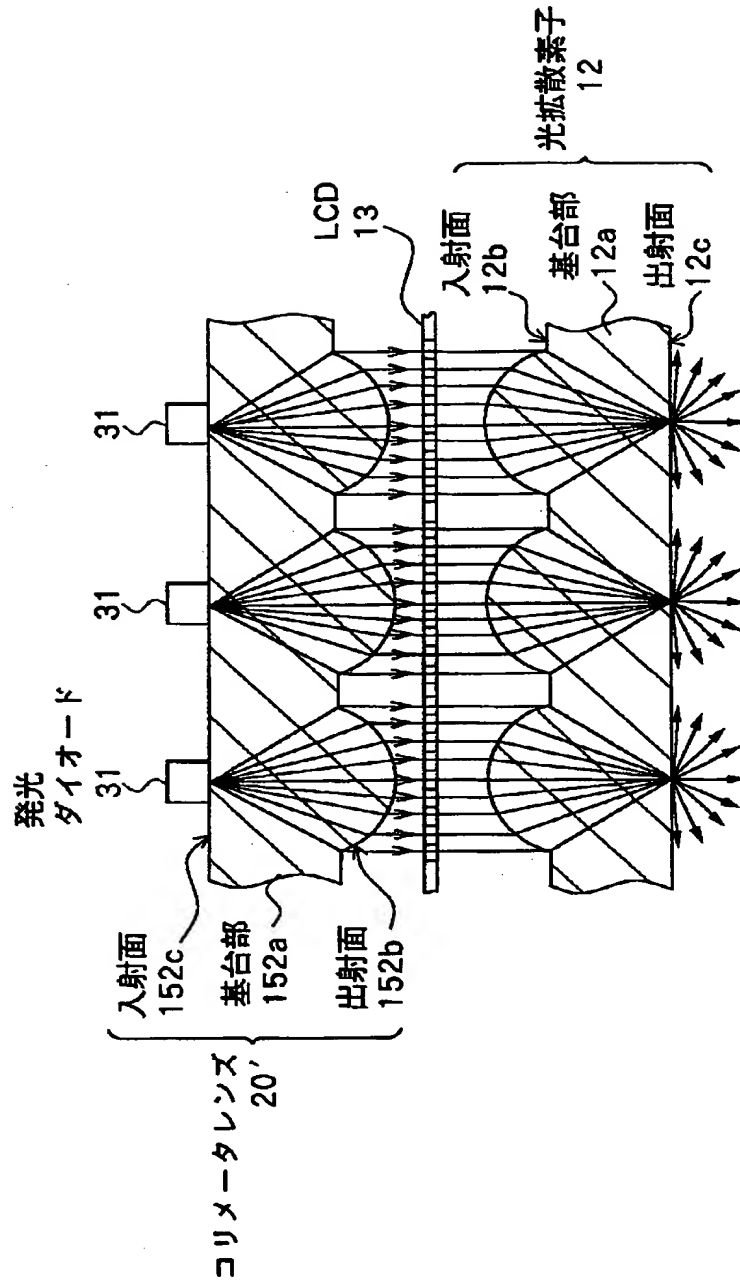
【図 18】



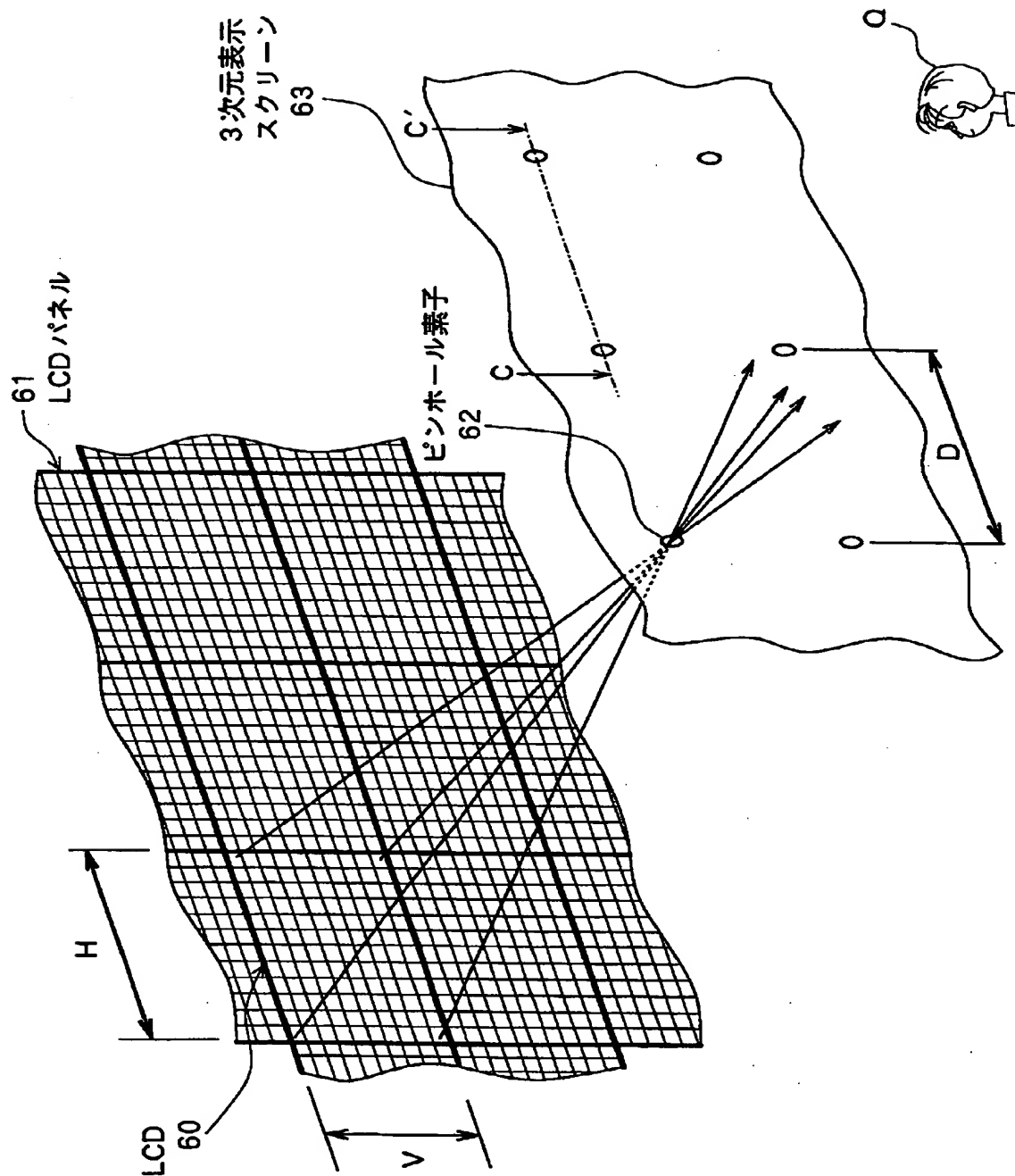
【図 19】



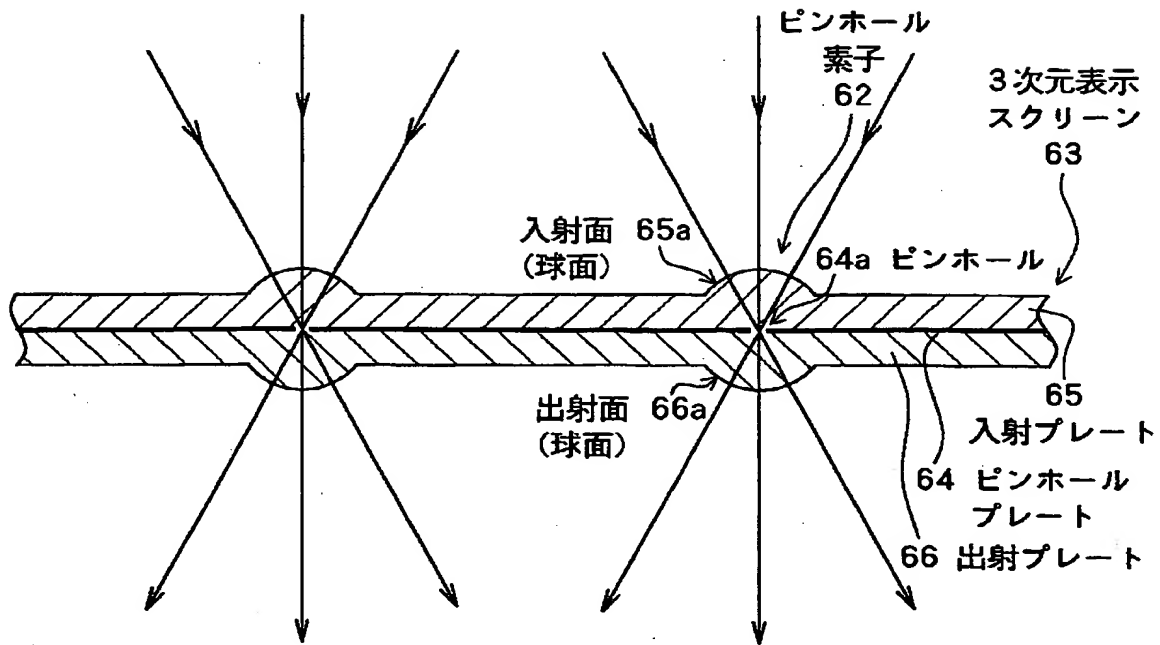
【図 20】



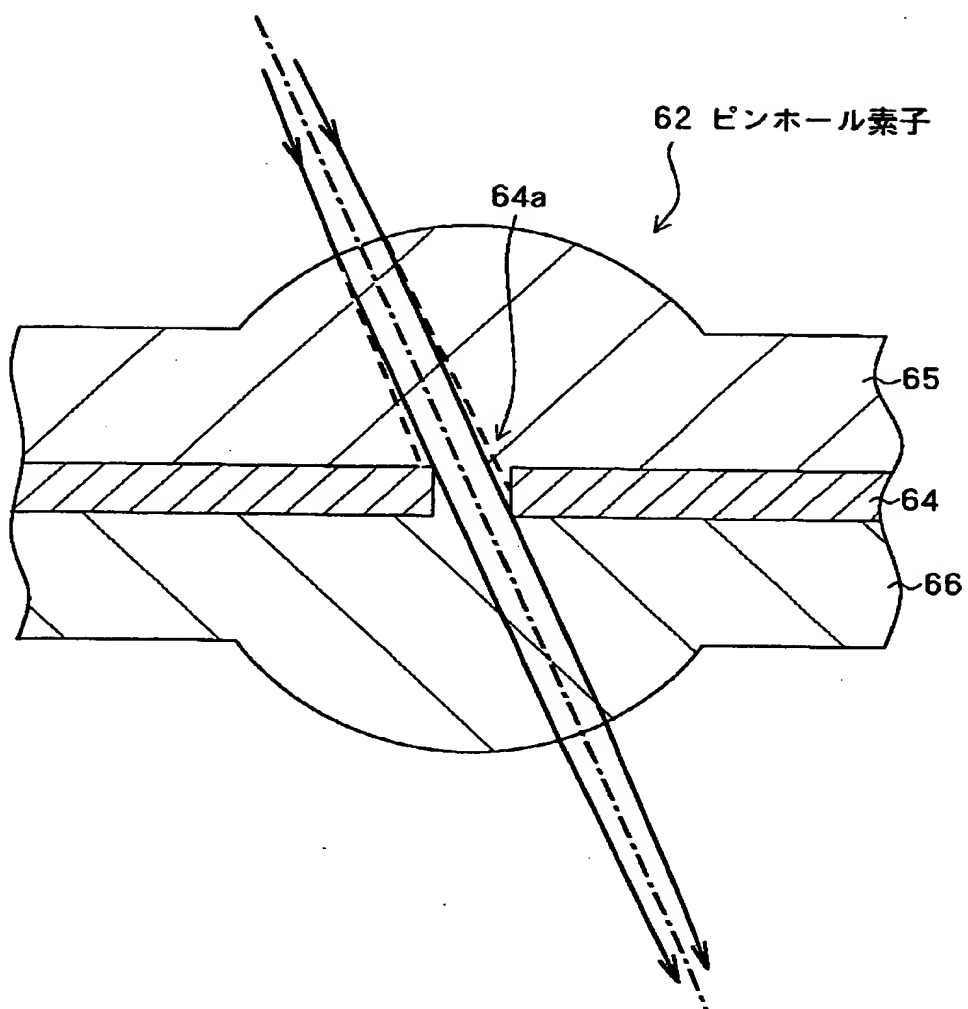
【图 2 1】



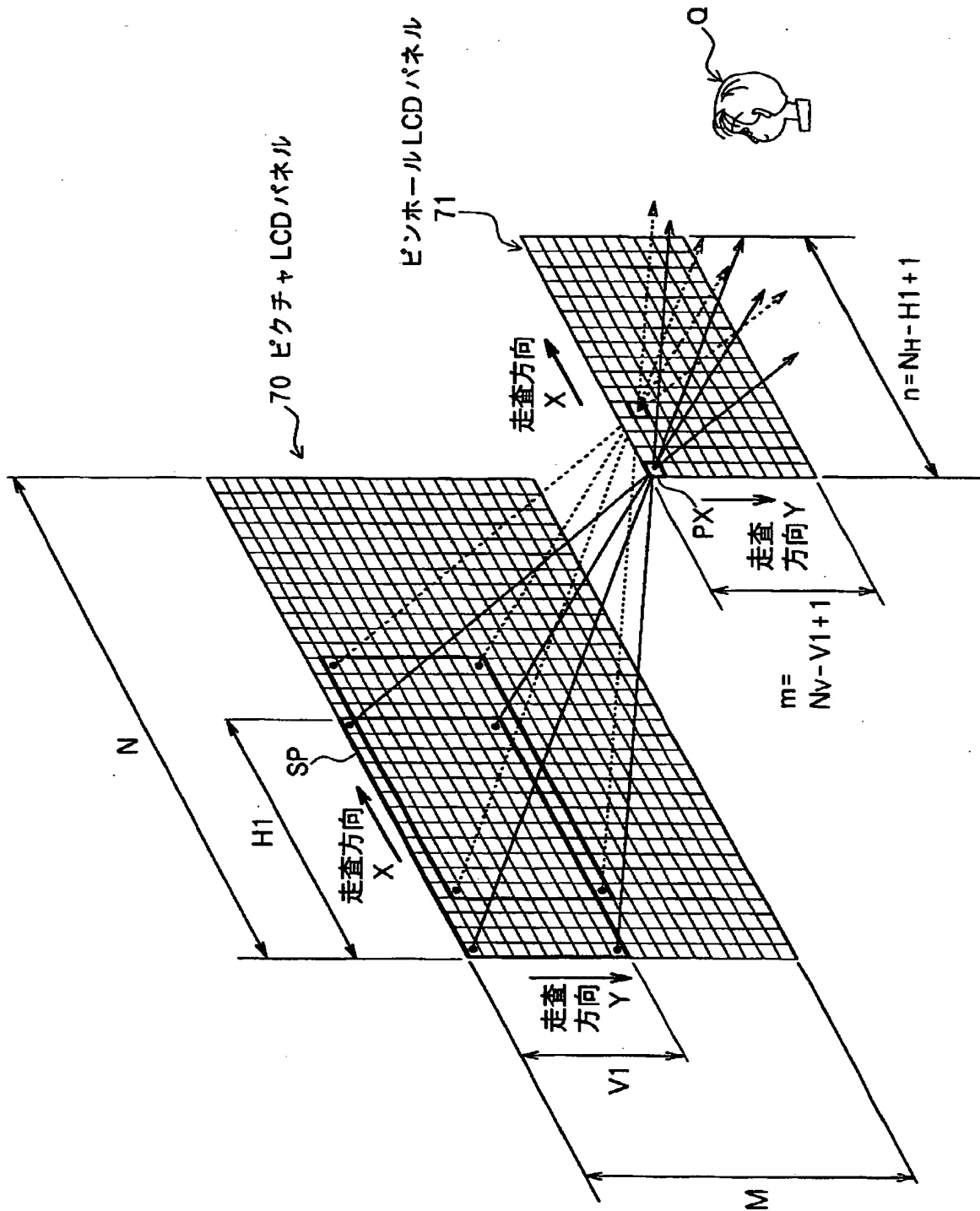
【図 2 2】



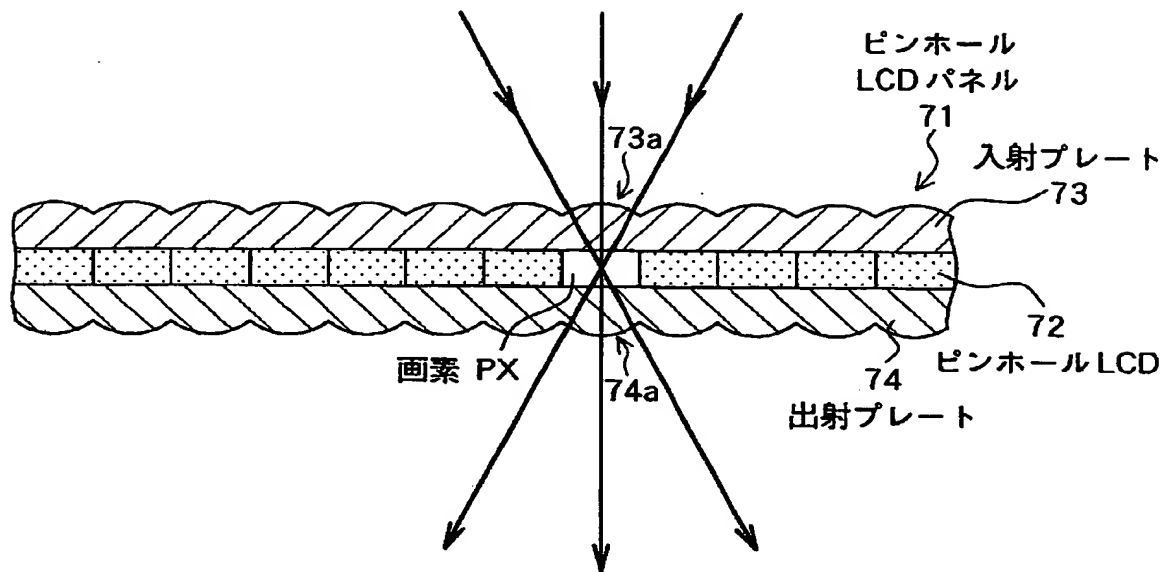
【図 23】



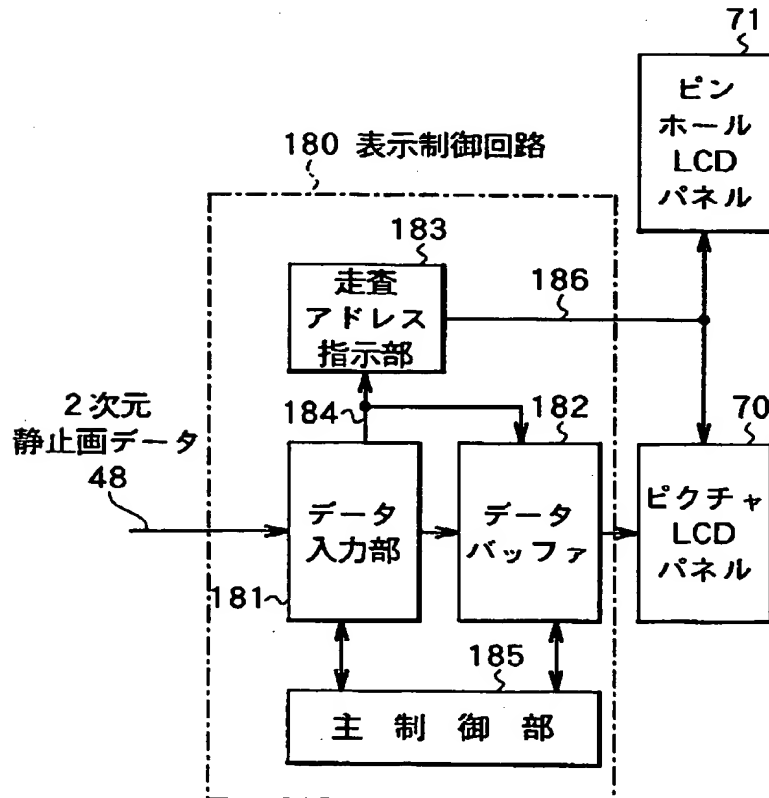
【図 24】



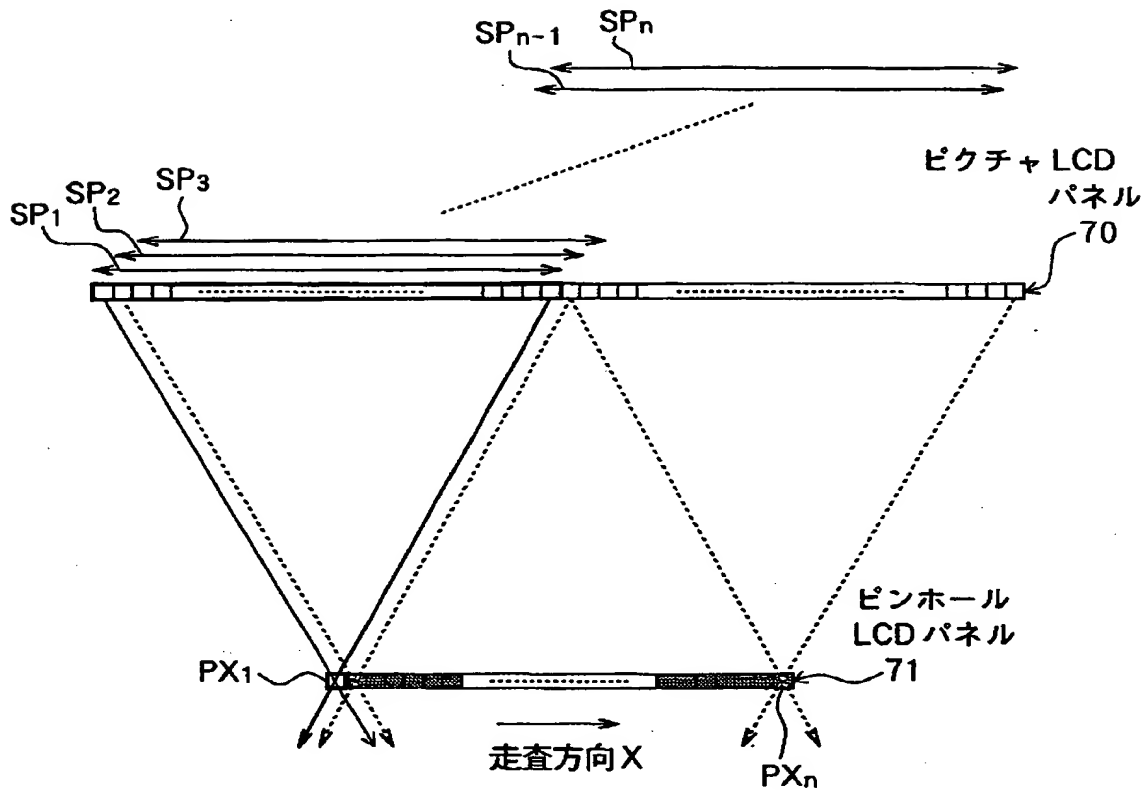
【図 25】



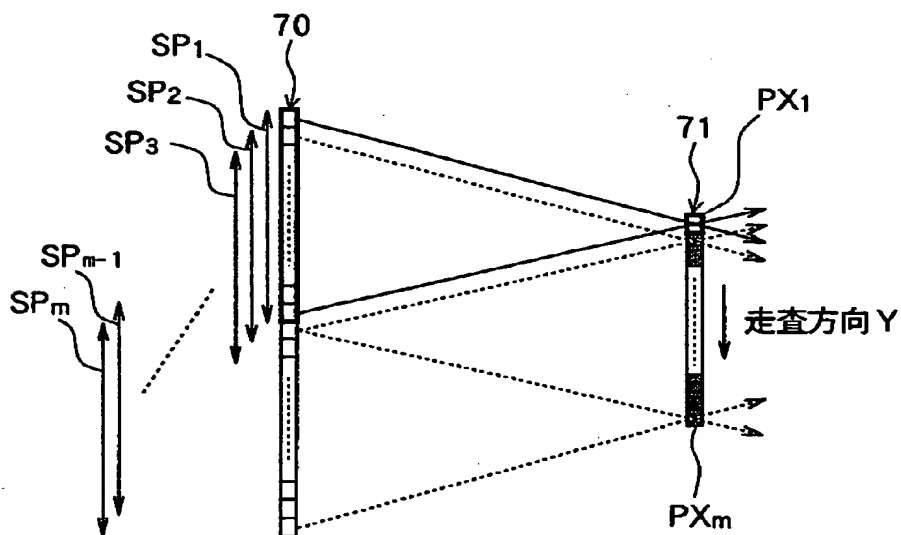
【図 26】



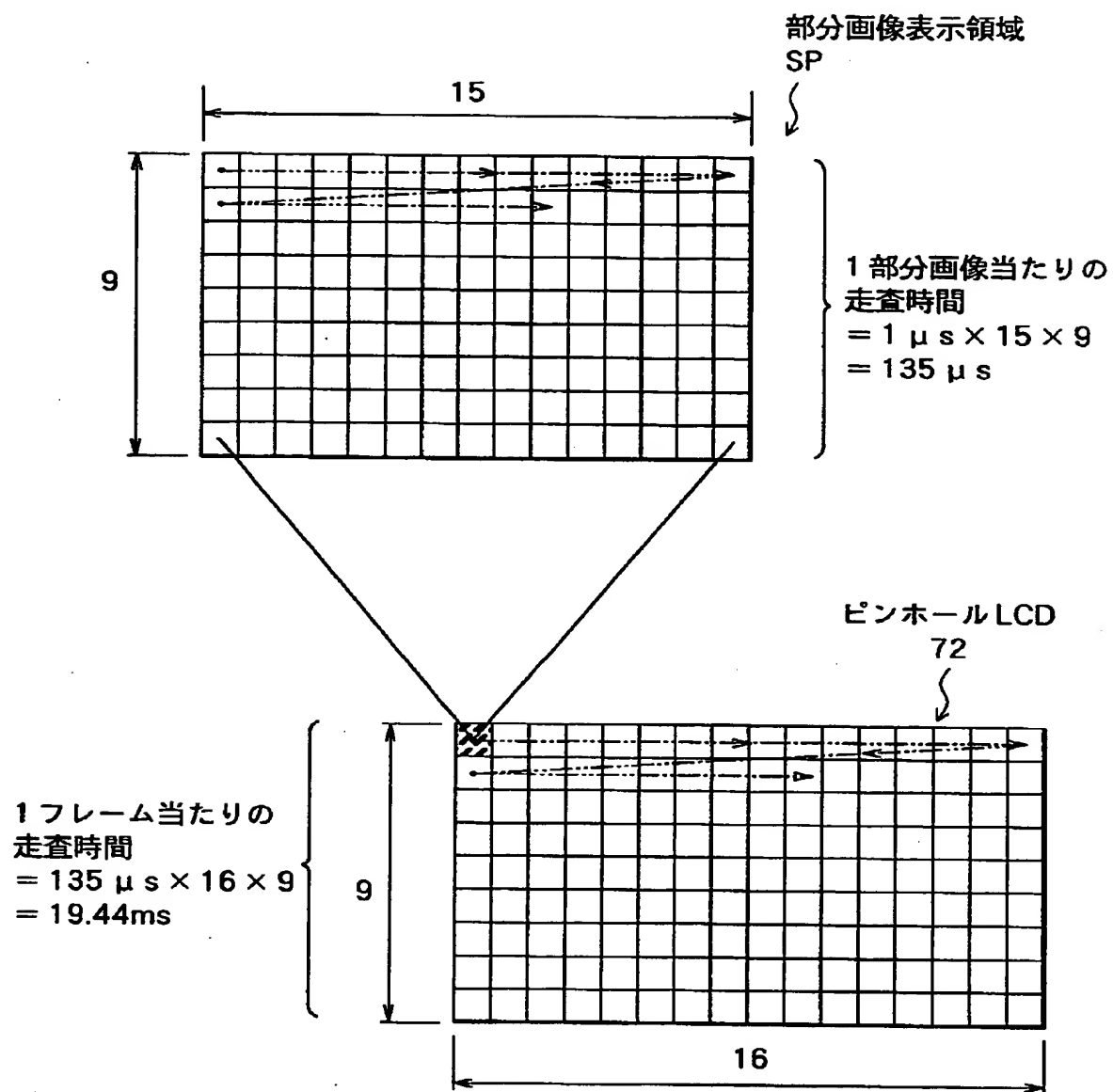
【図 27】



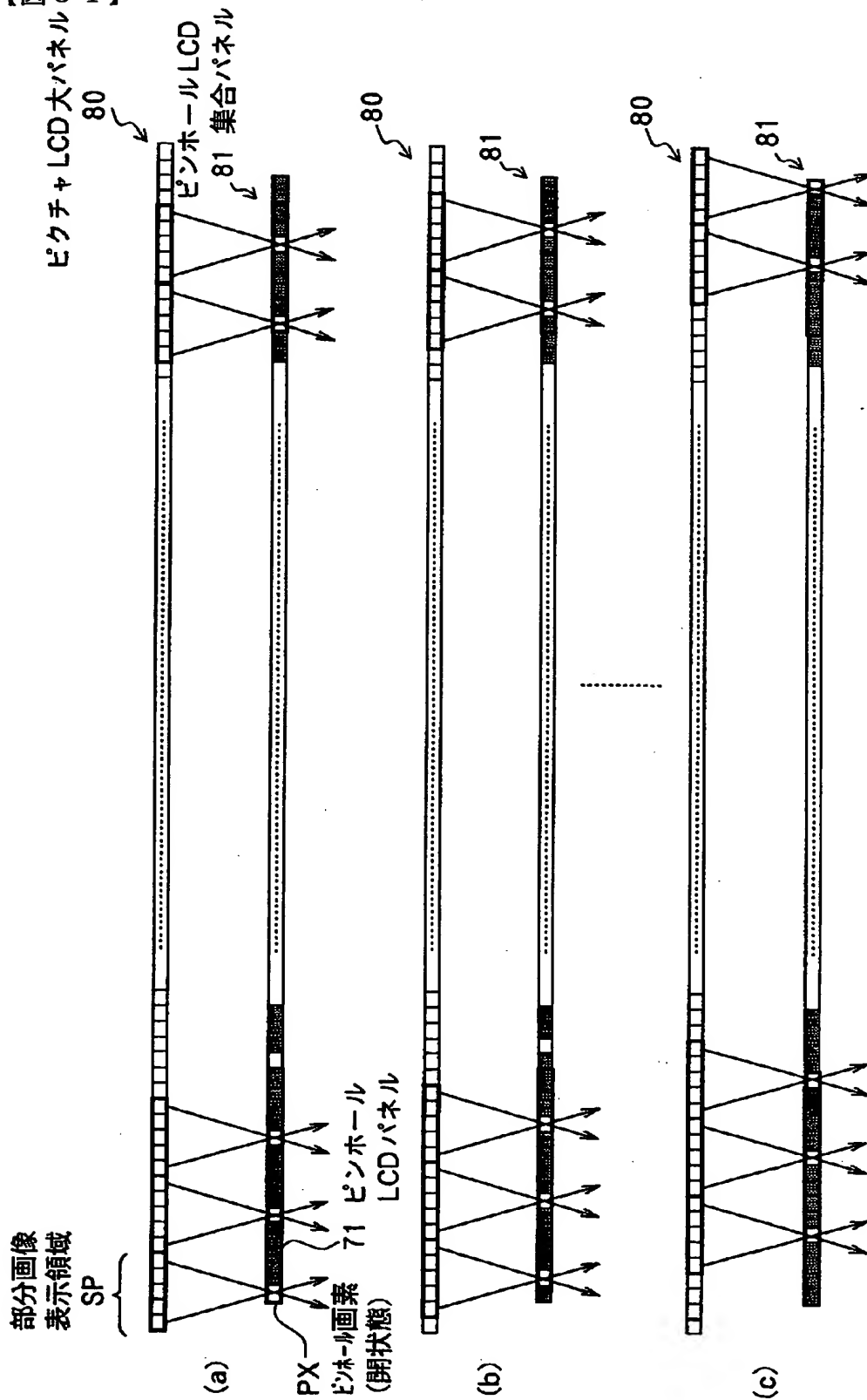
【図 28】



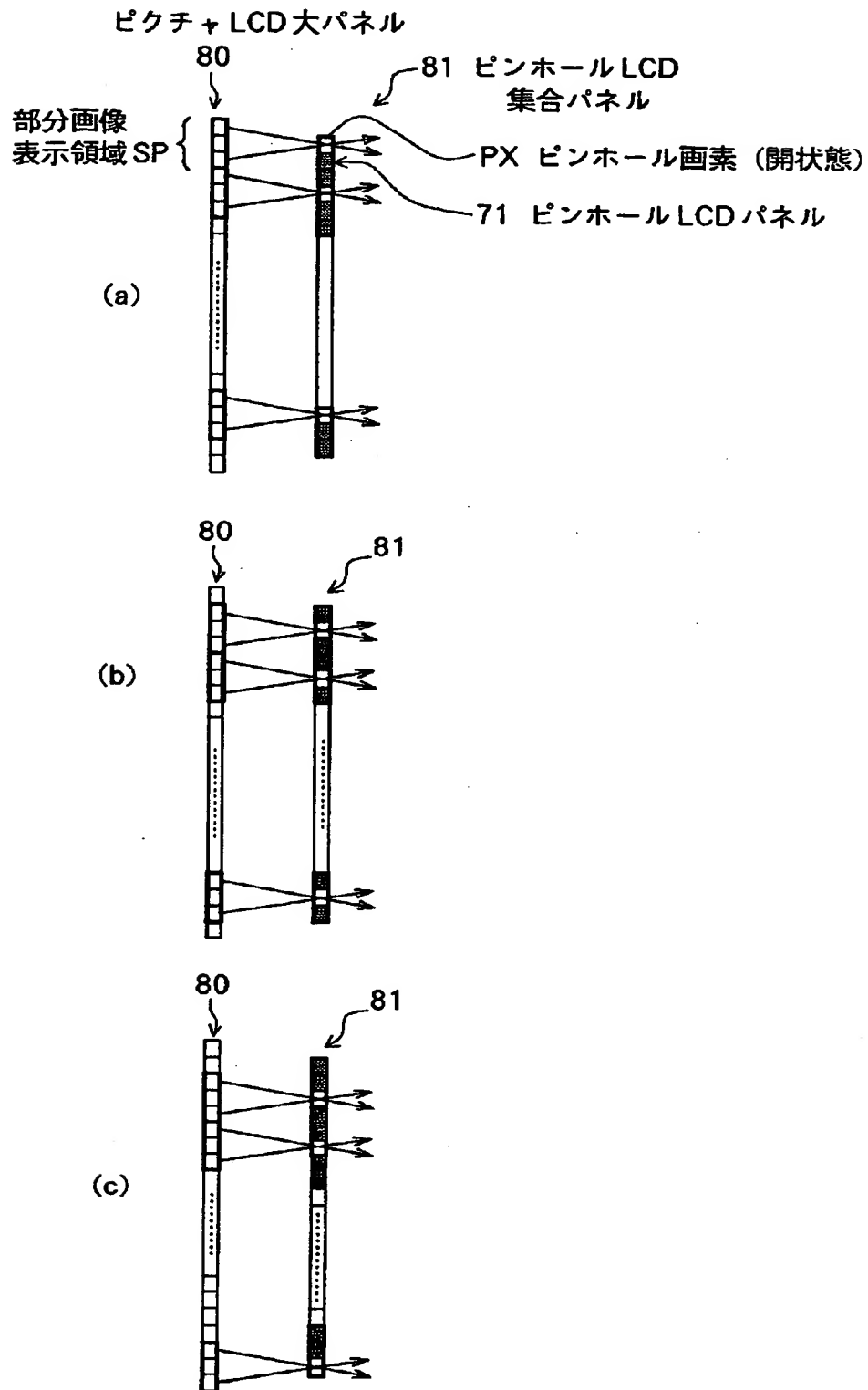
【図 29】



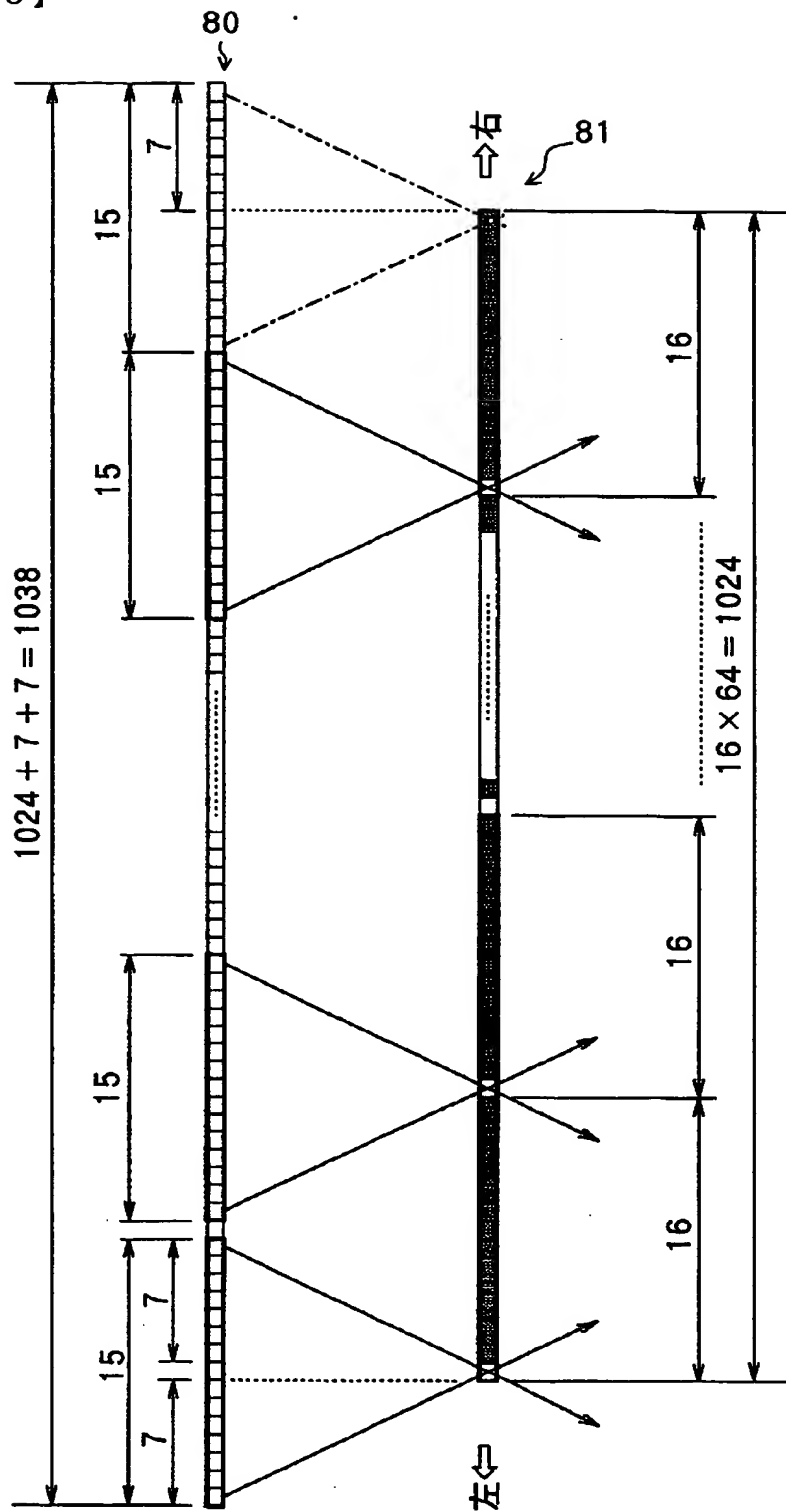
【図 31】



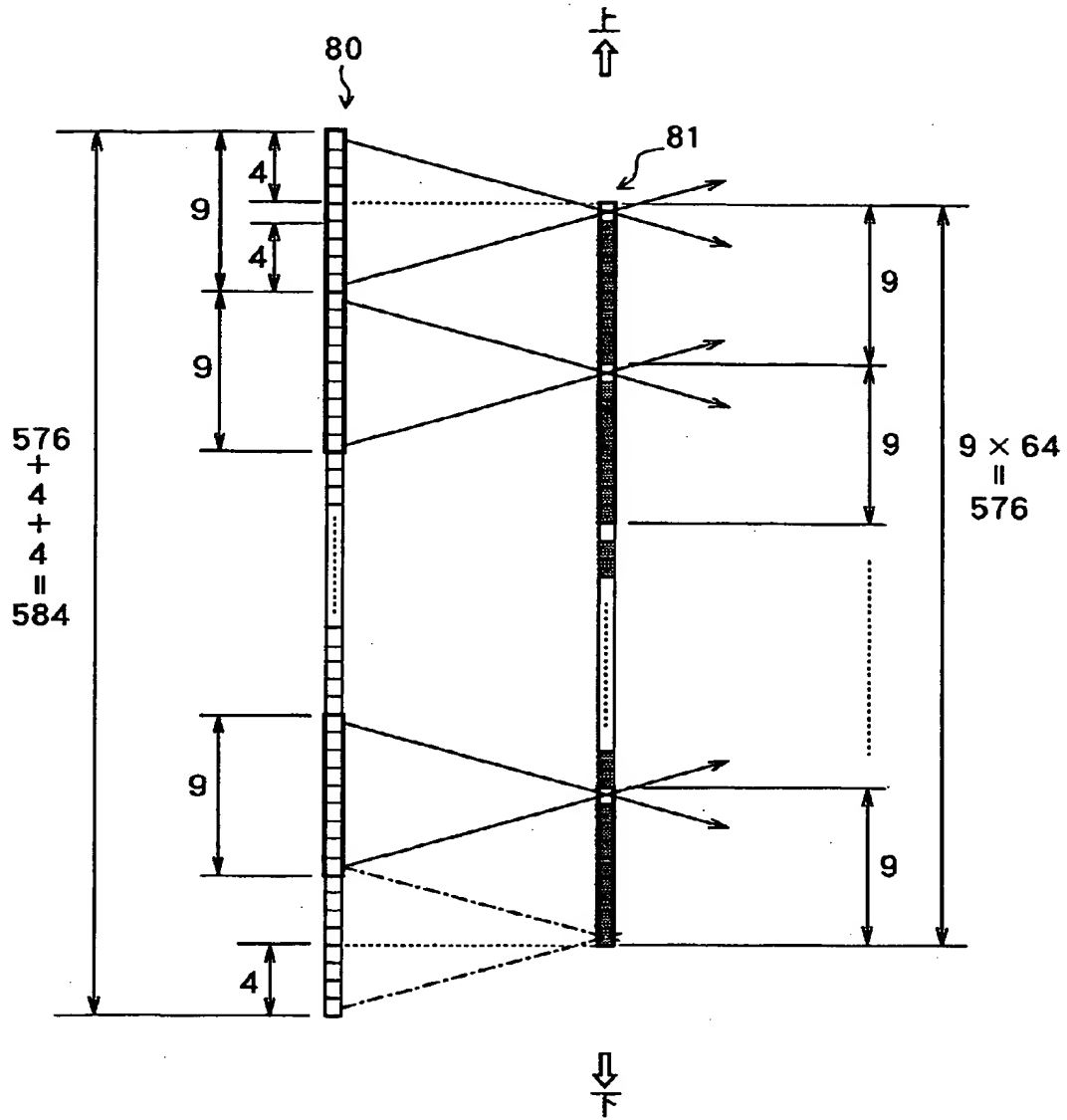
【図 3 2】



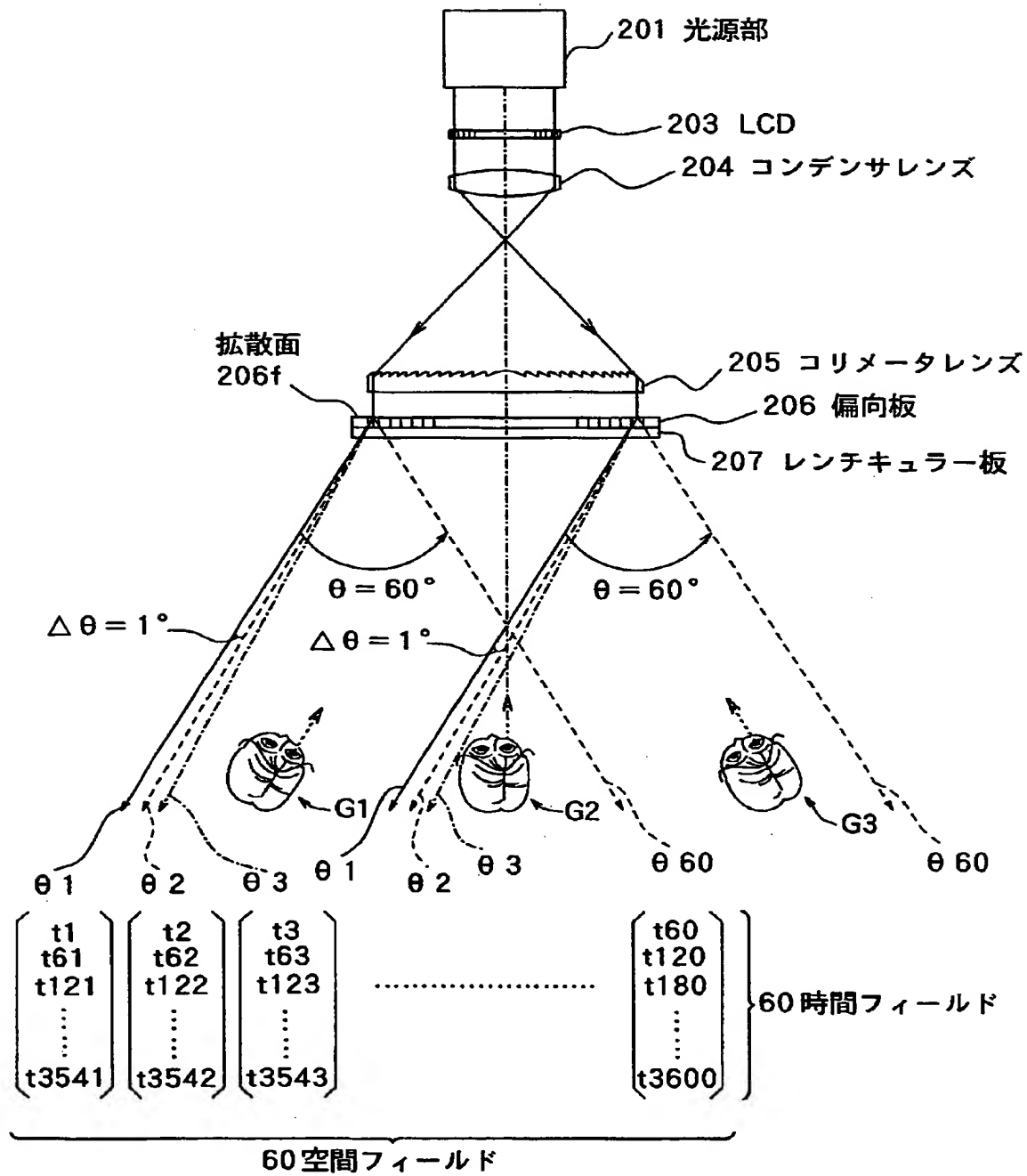
【图 3 3】



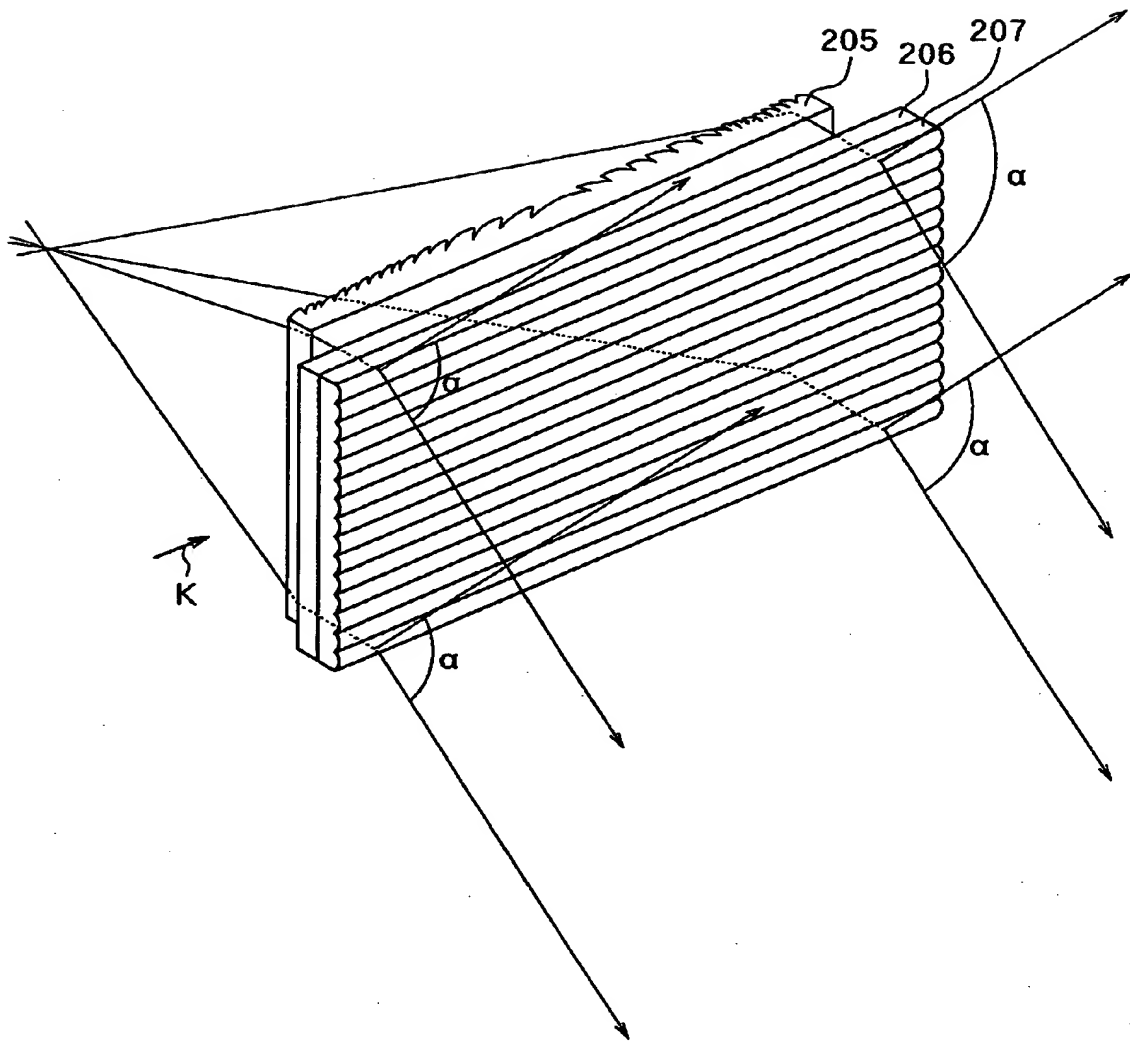
【図 34】



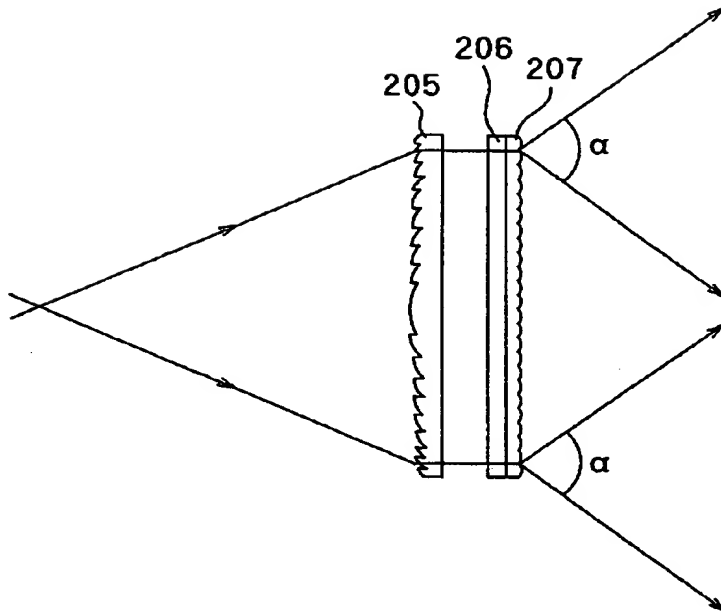
【図 35】



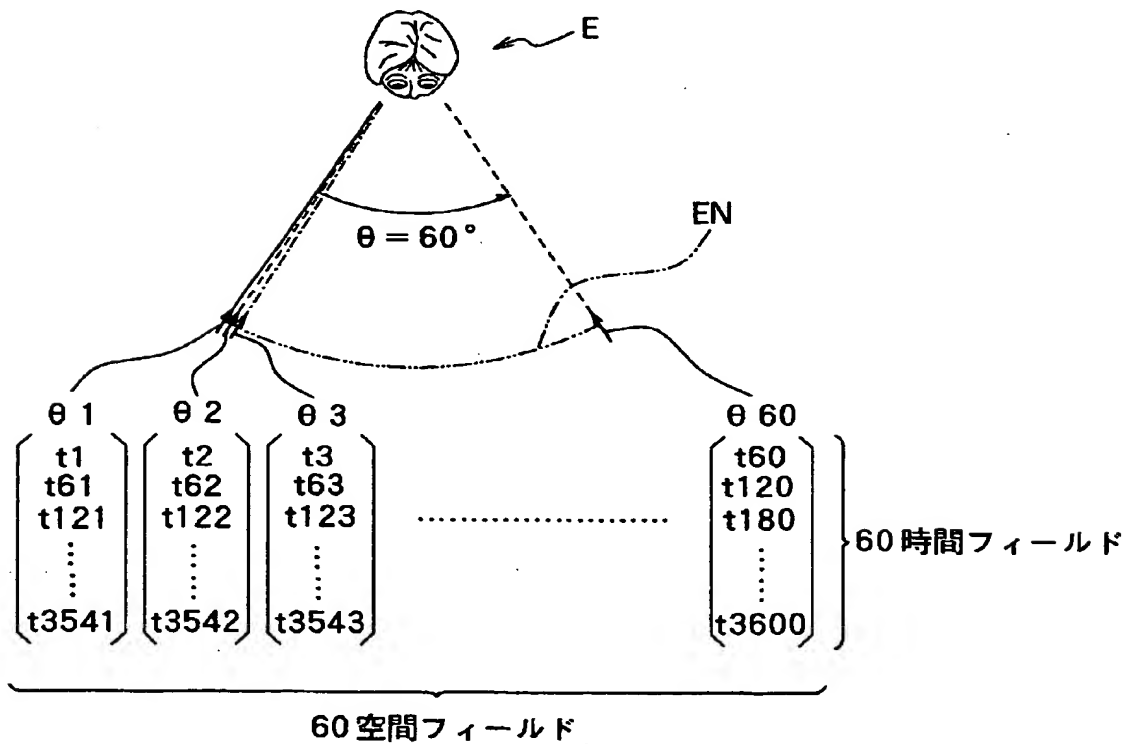
【图 36】



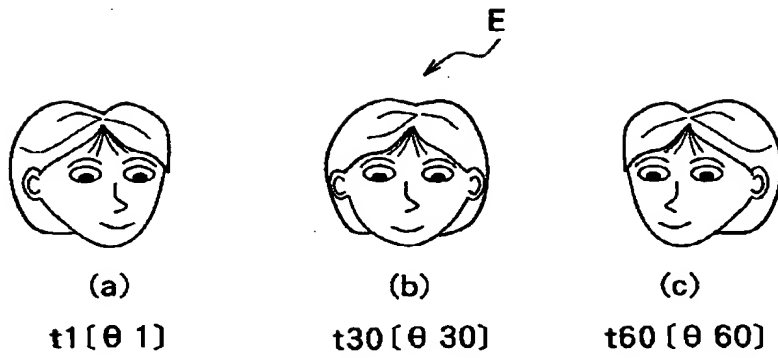
【図 37】



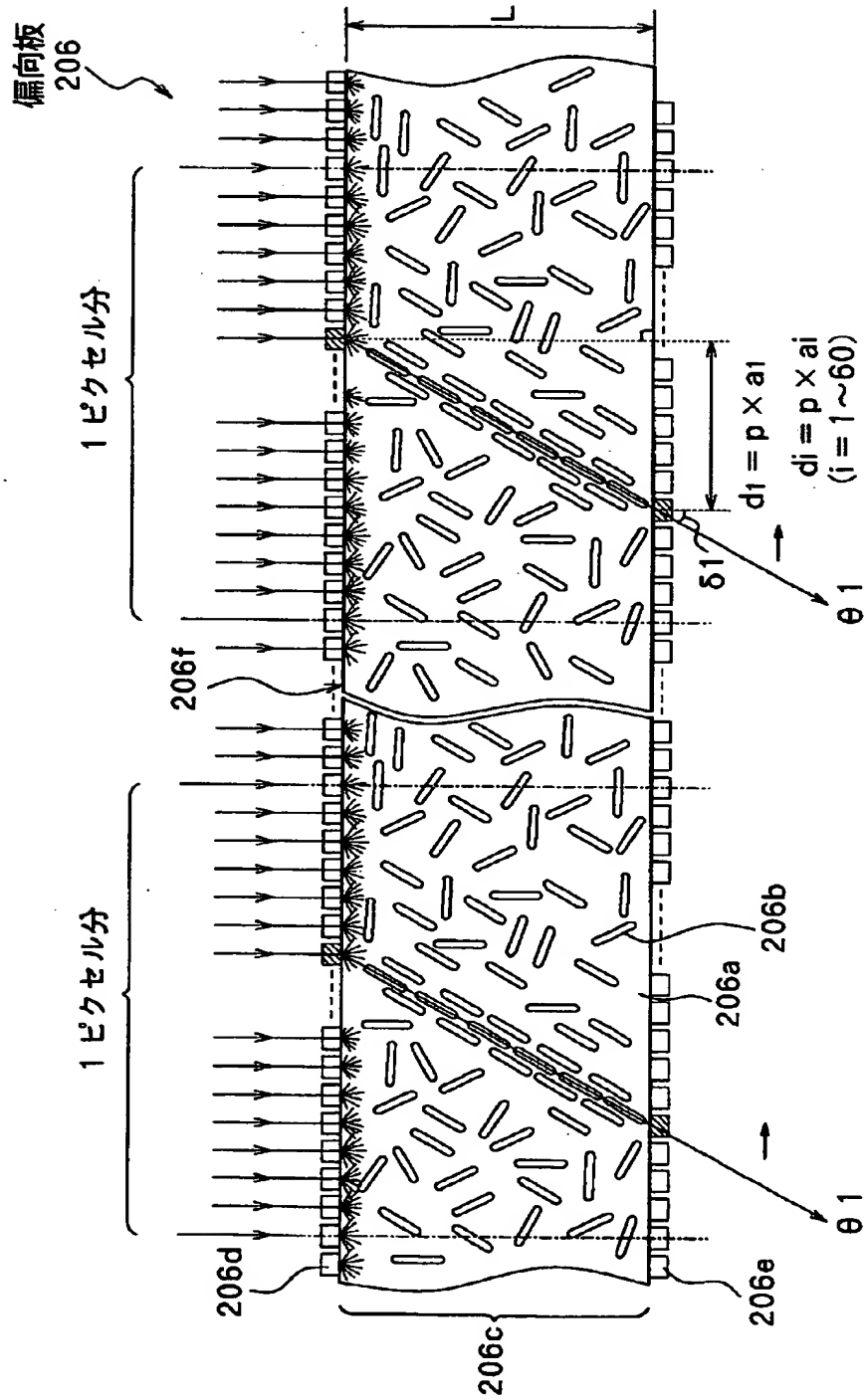
【図 38】



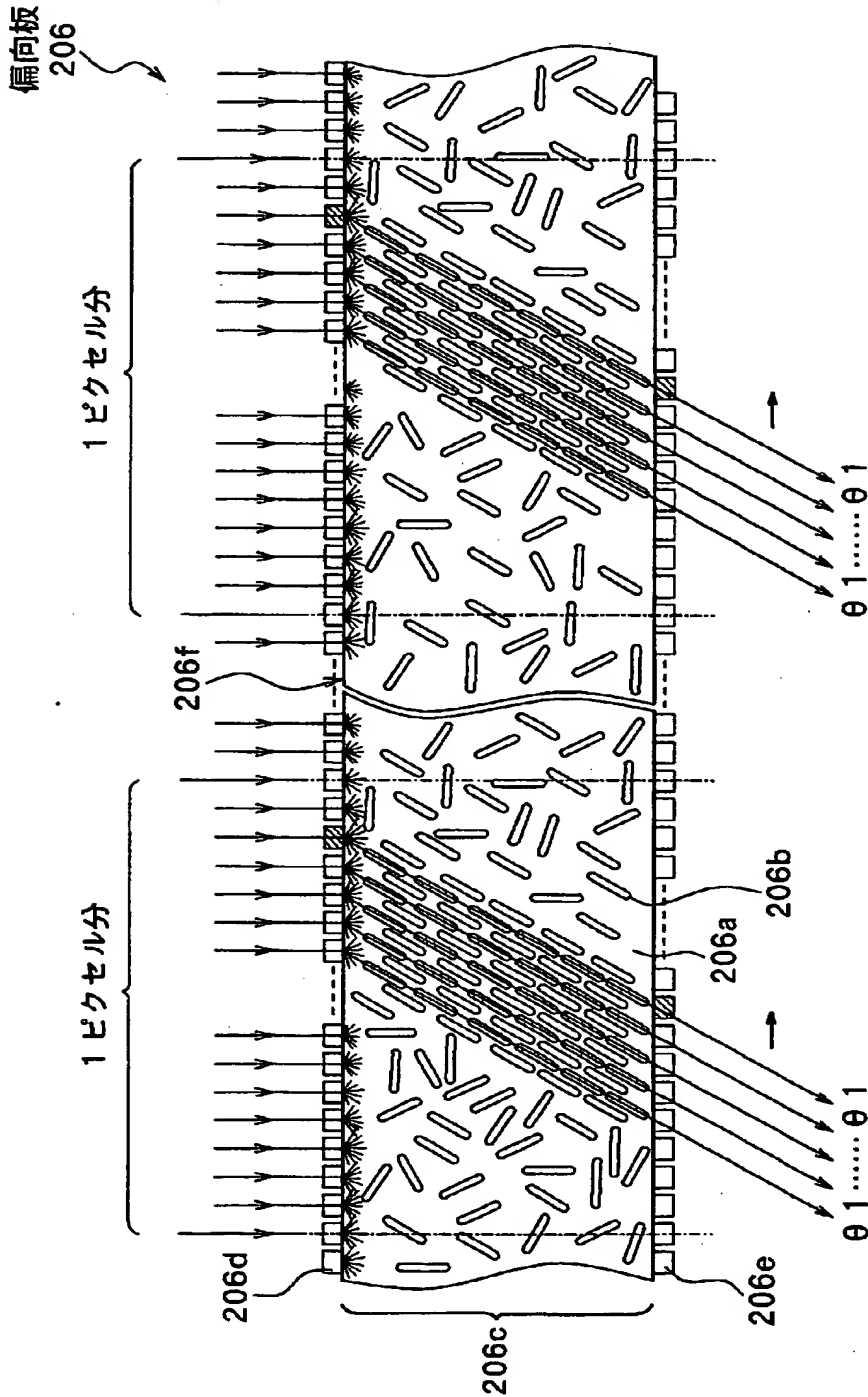
【図 39】



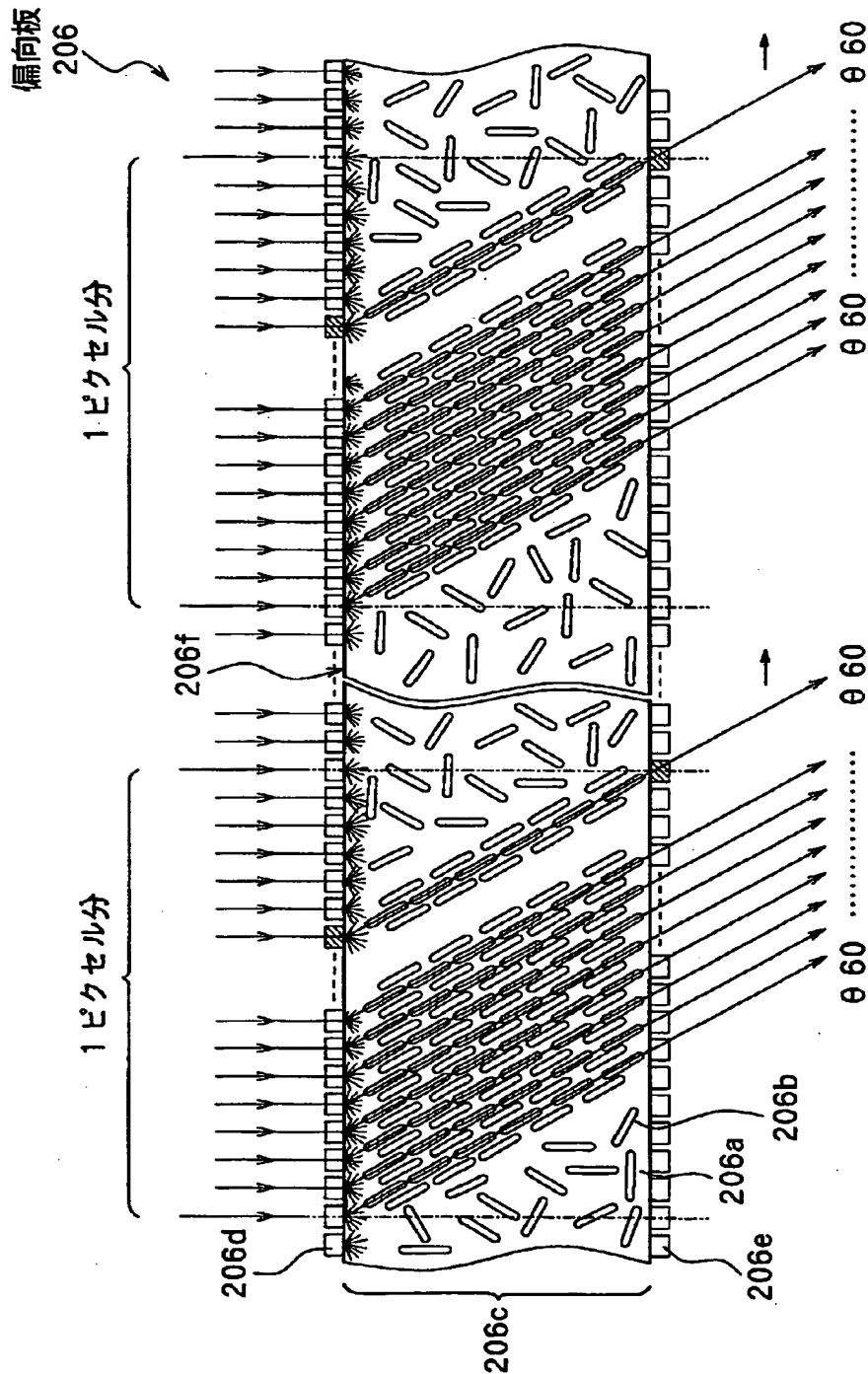
【図 40】



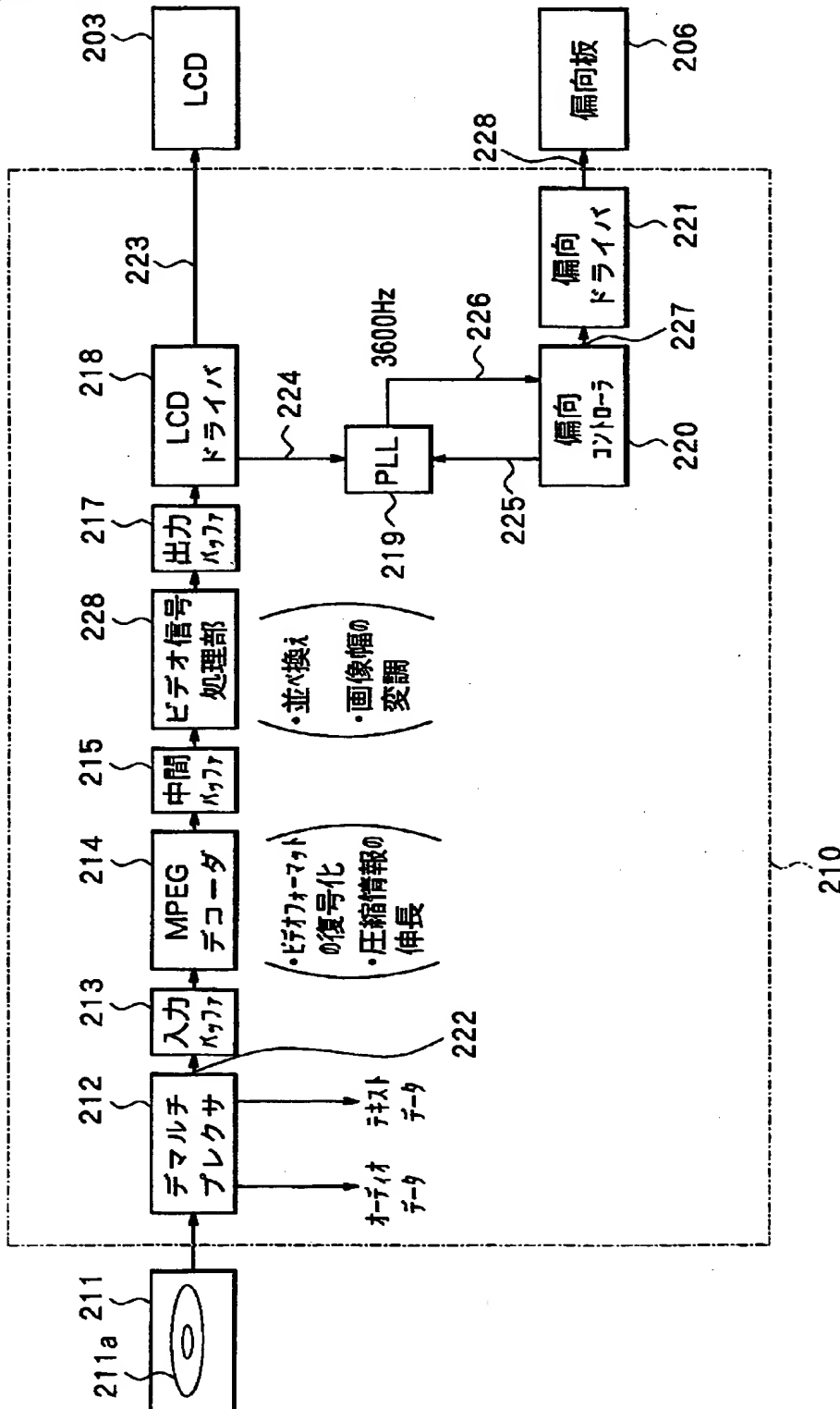
【図 41】



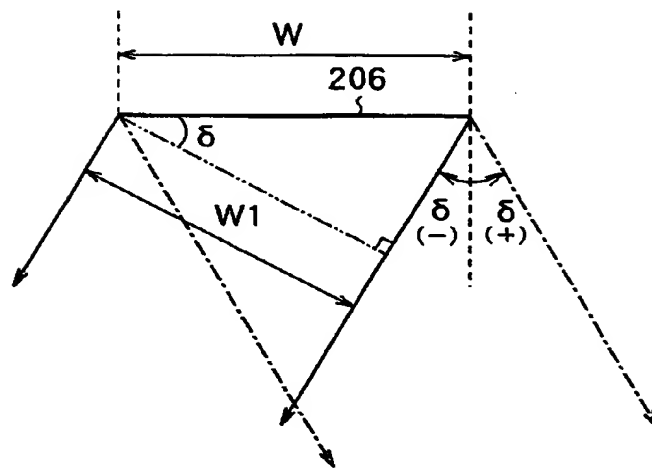
【図42】



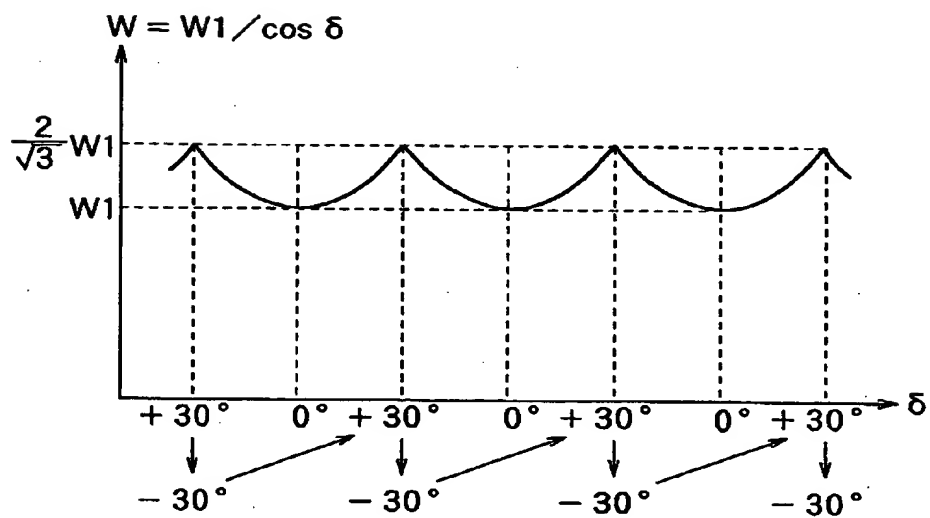
【図 43】



【图 4 4】



【图 4 5】



【图 4 6】



(a)
 $\delta = -30^\circ$
(t1[θ 1])

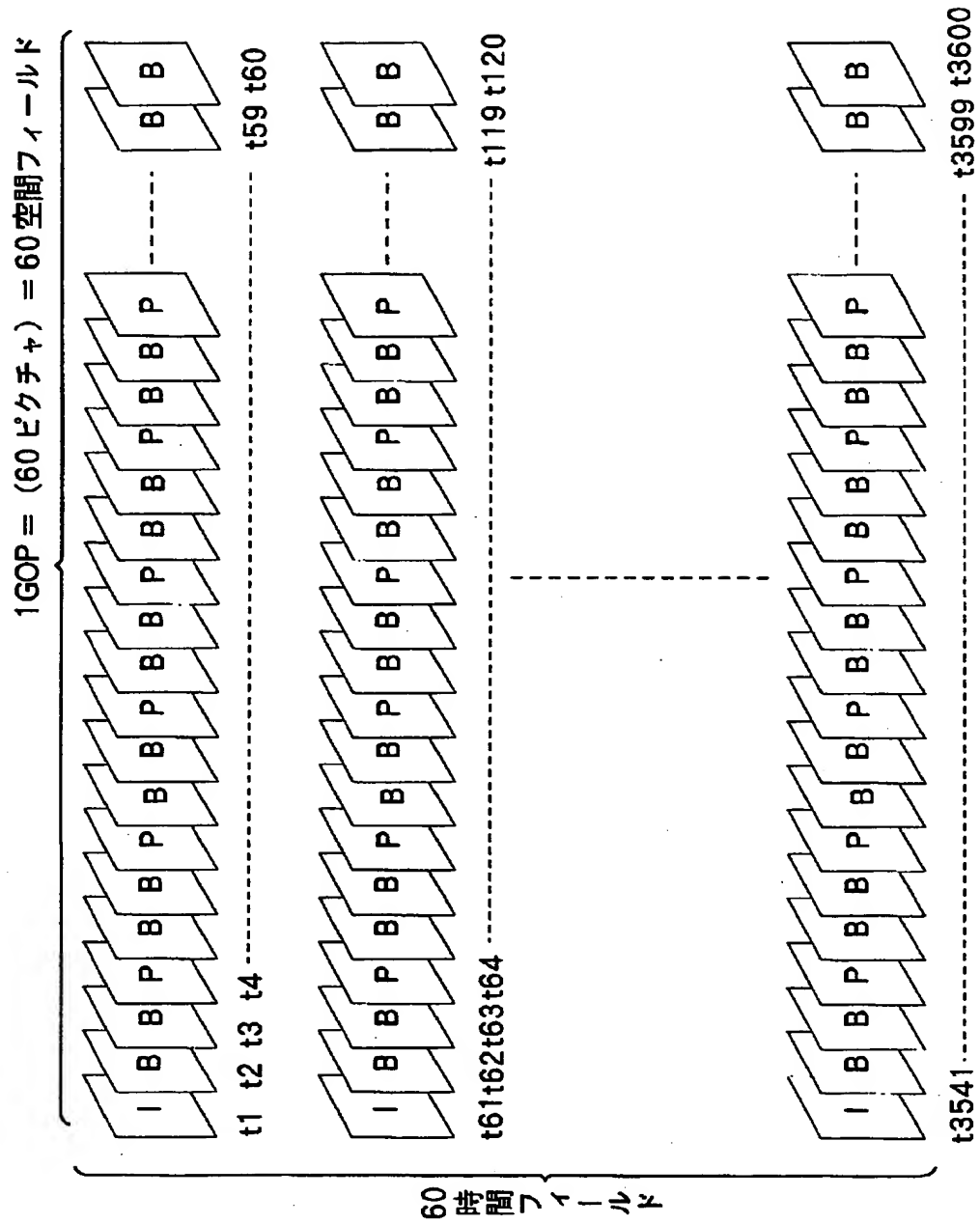


(b)
 $\delta = 0^\circ$
(t30[θ 30])

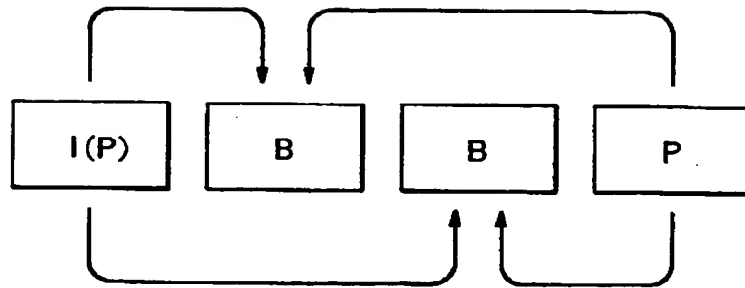


(c)
 $\delta = +30^\circ$
(t60[θ 60])

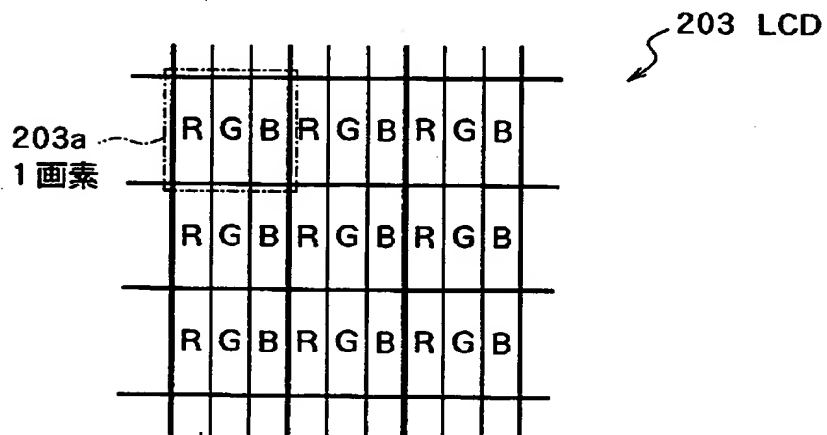
【図 4 7】



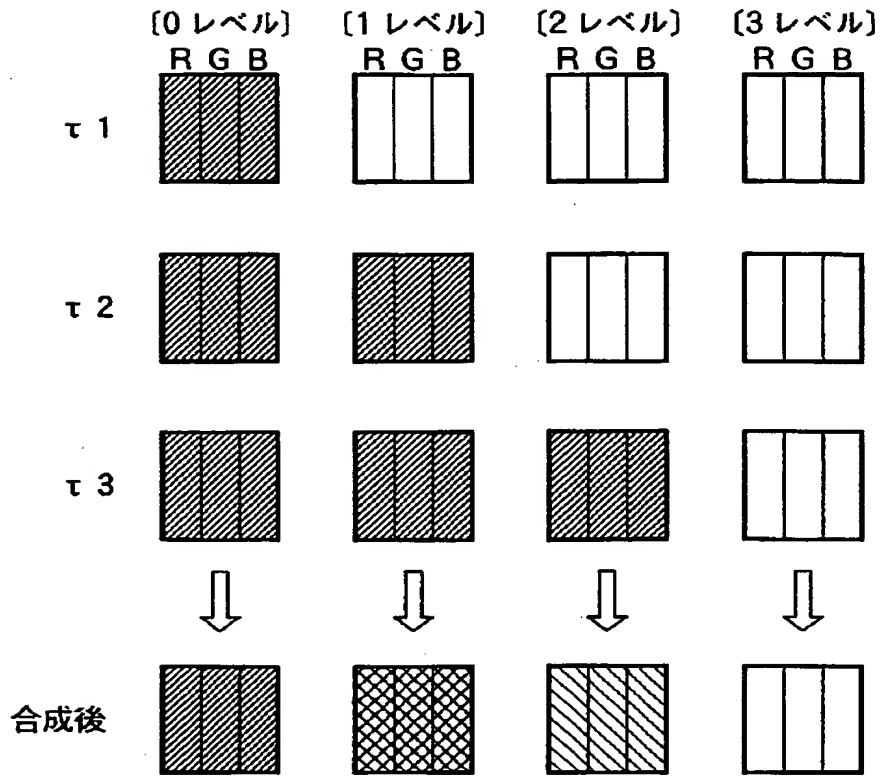
【図 48】



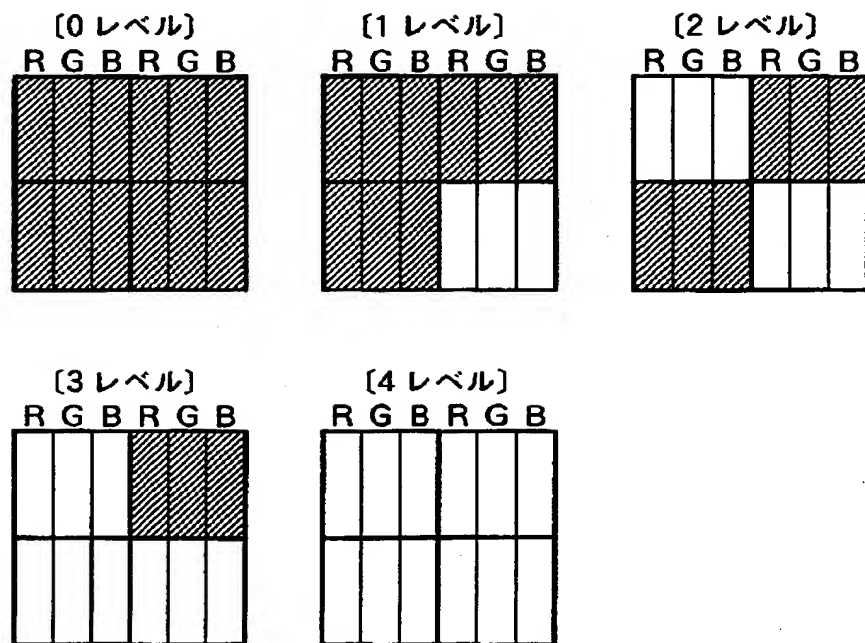
【図 49】



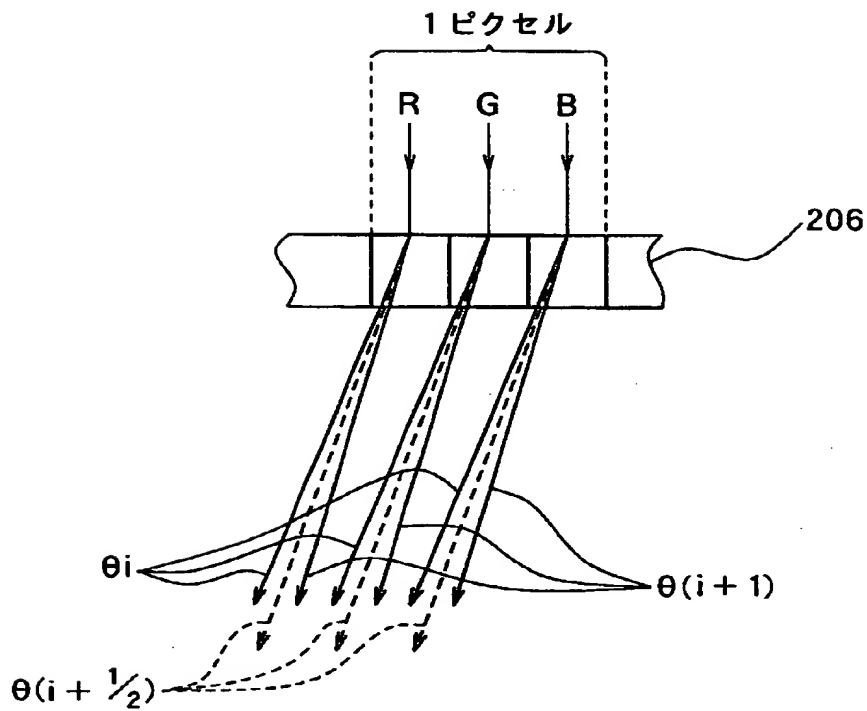
【図50】



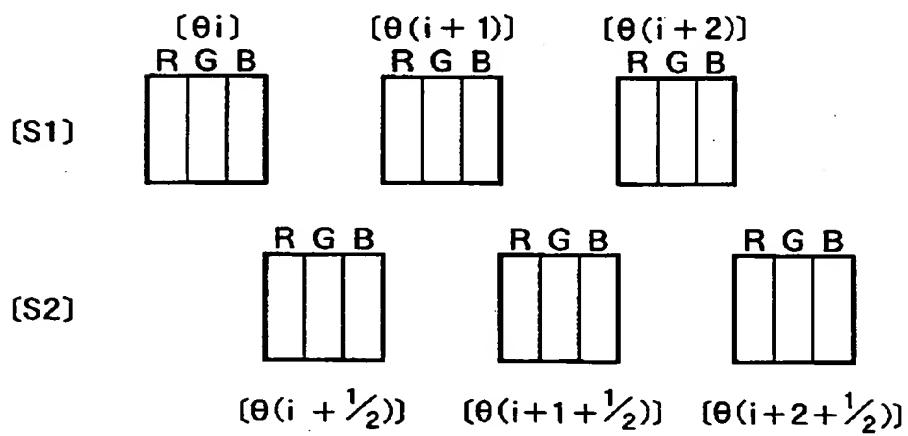
【図51】



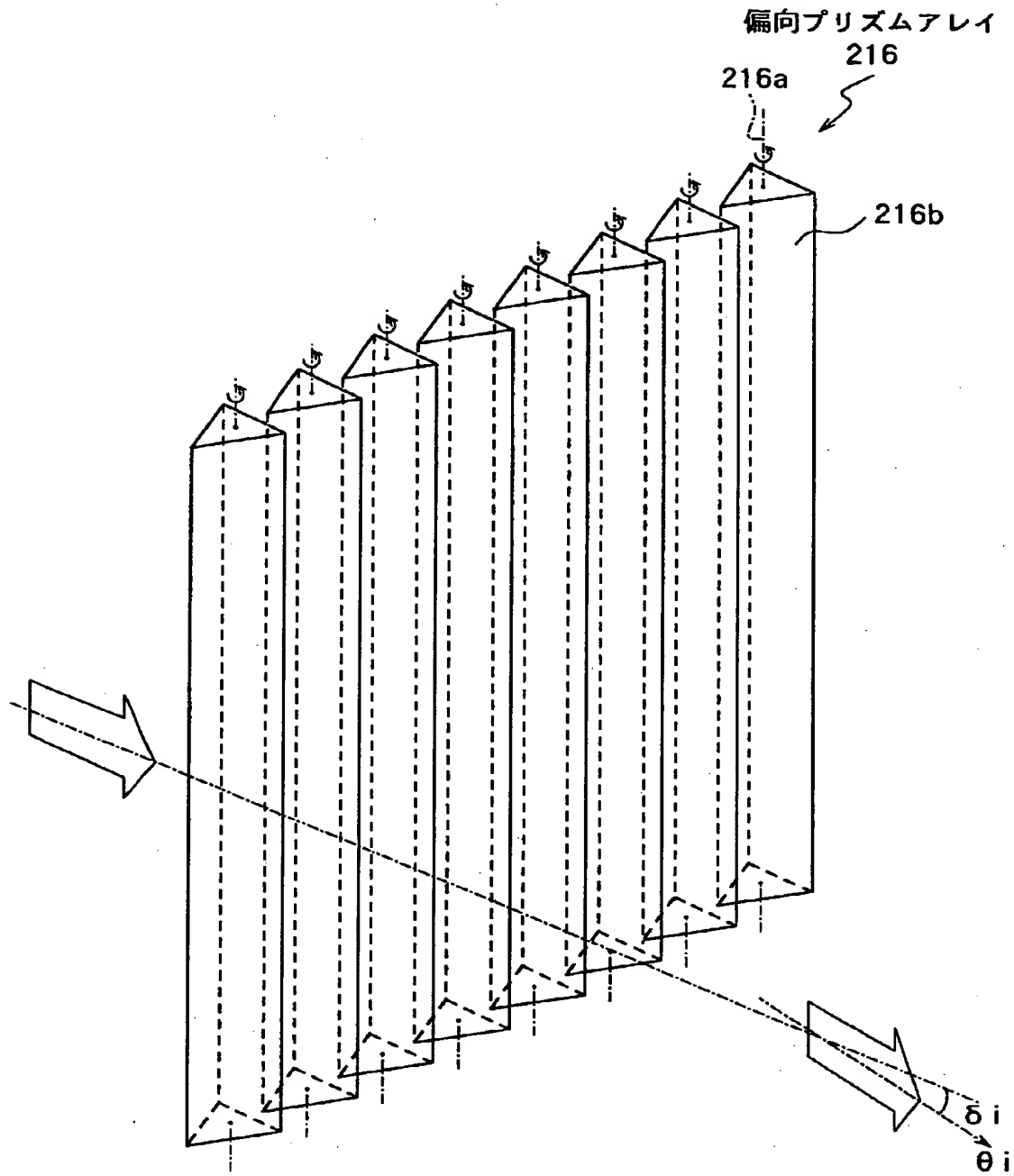
【図 5 2】



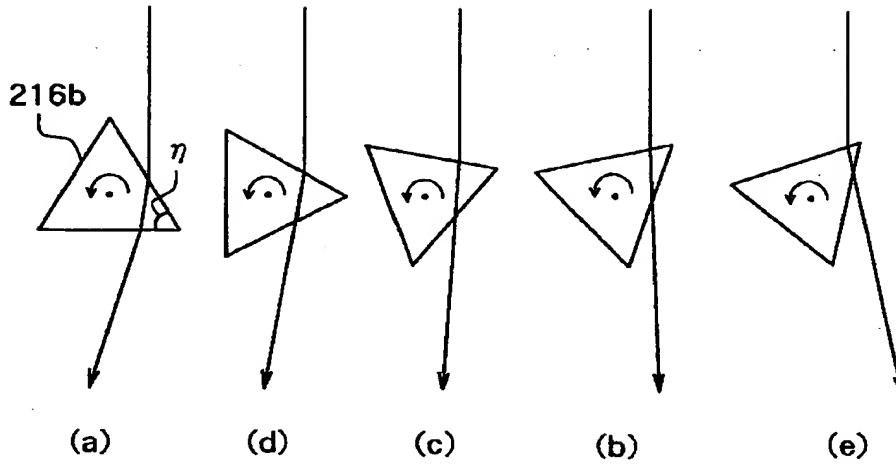
【図 5 3】



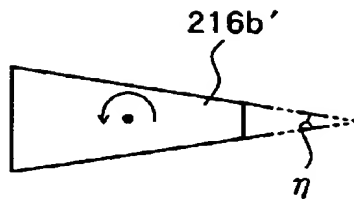
【図 54】



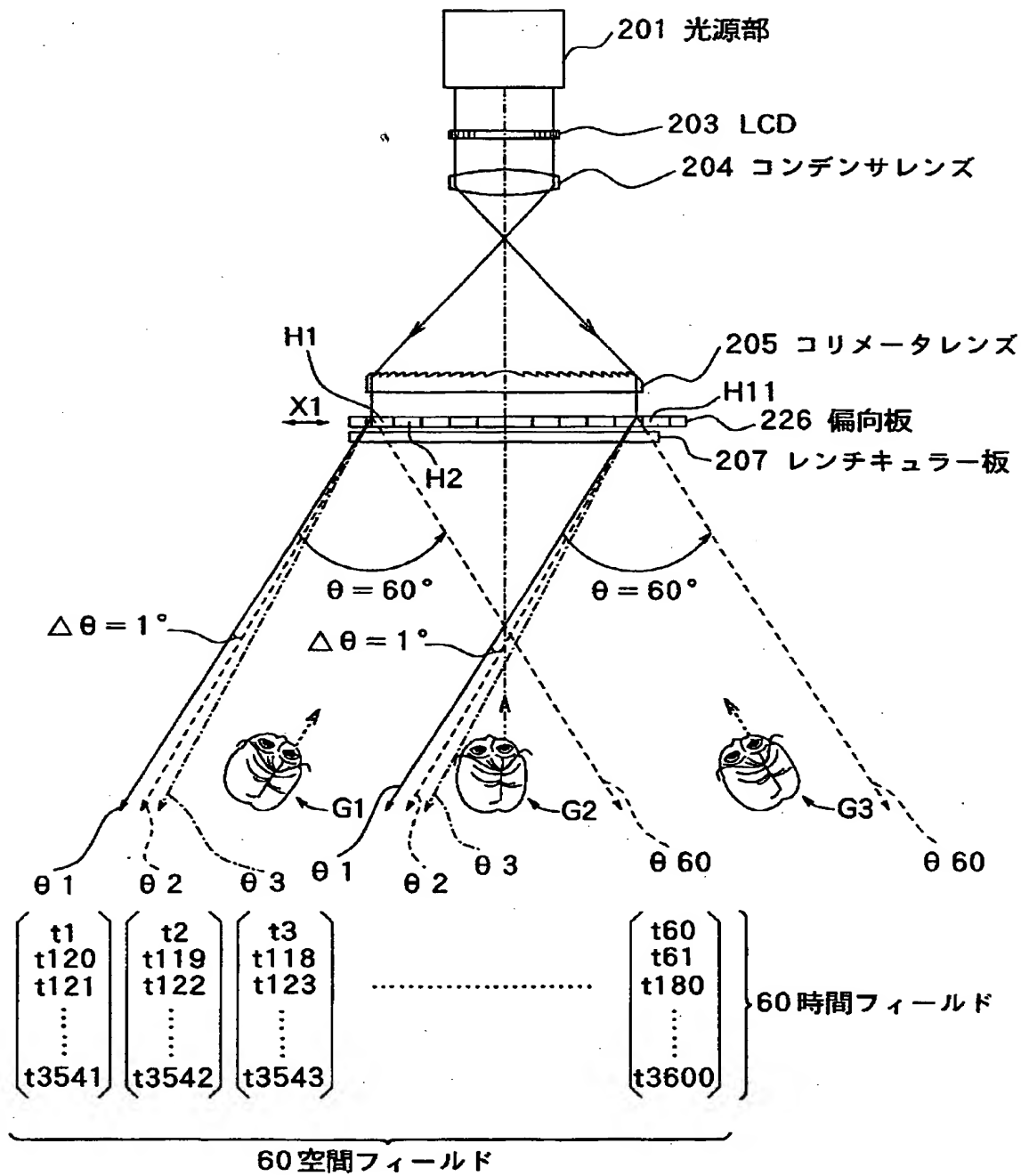
【図 5 5】



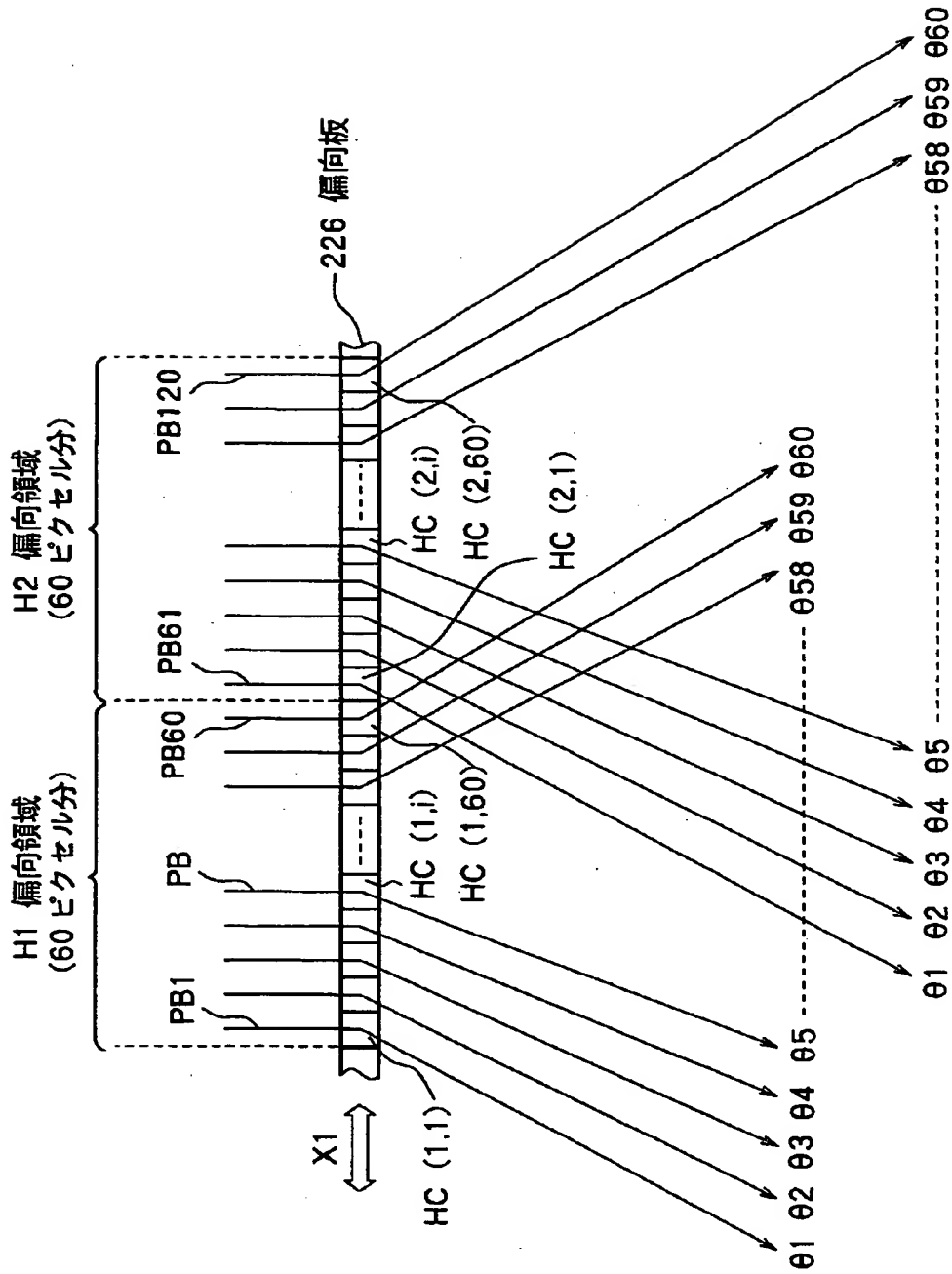
【図 5 6】



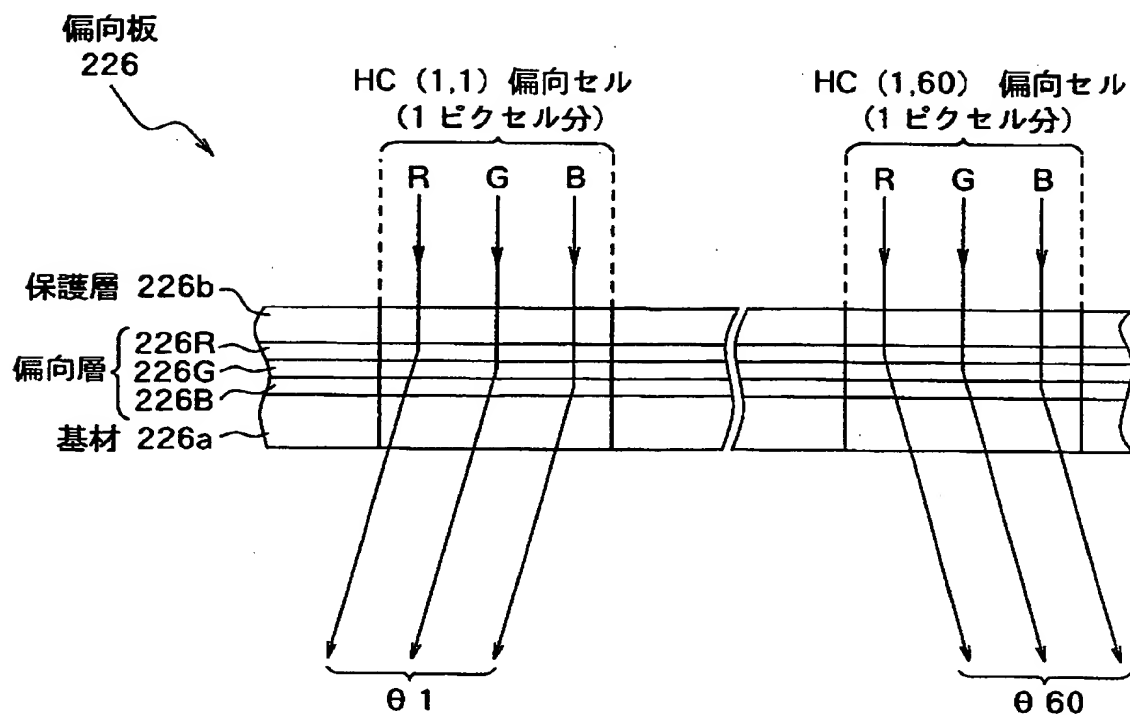
【図 57】



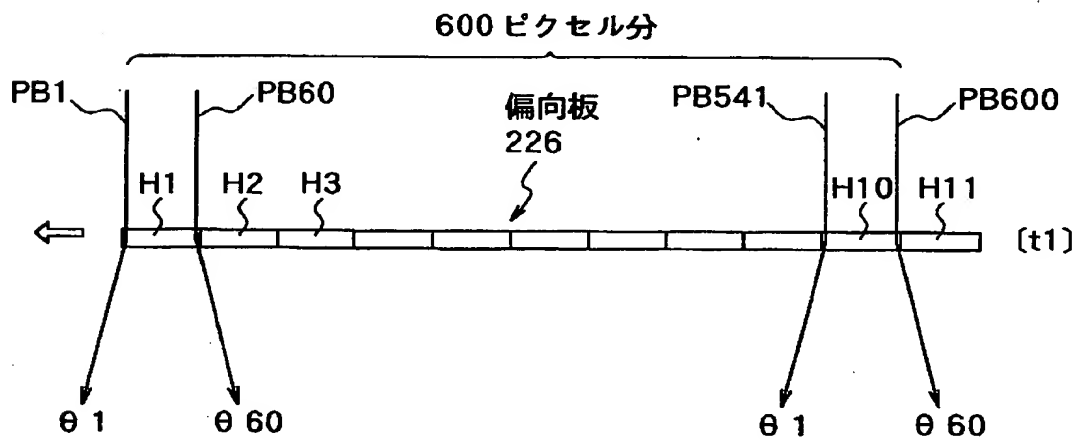
【図 58】



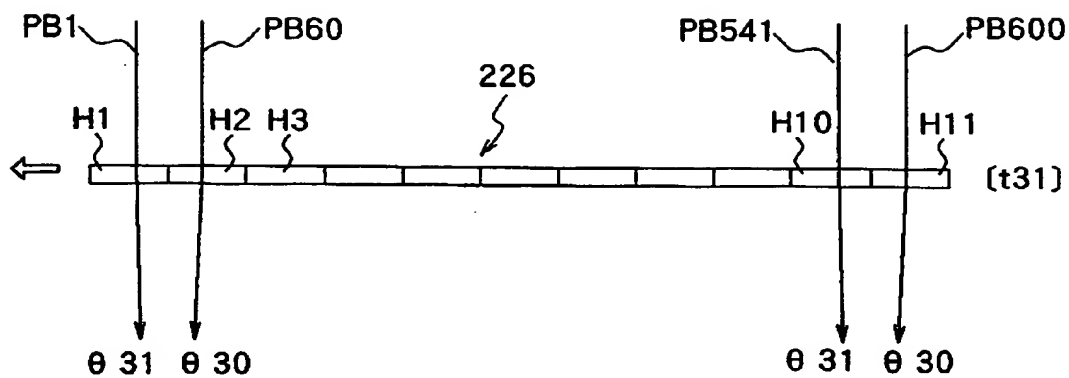
【図 59】



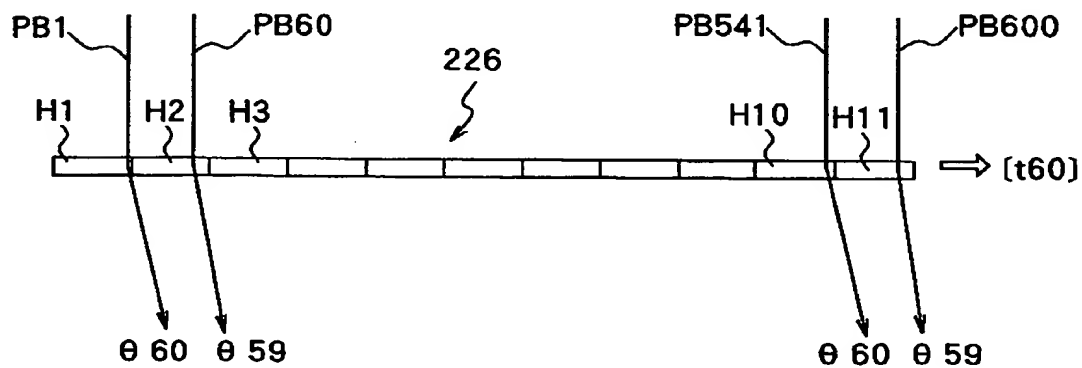
【図 60】



【図 6 1】



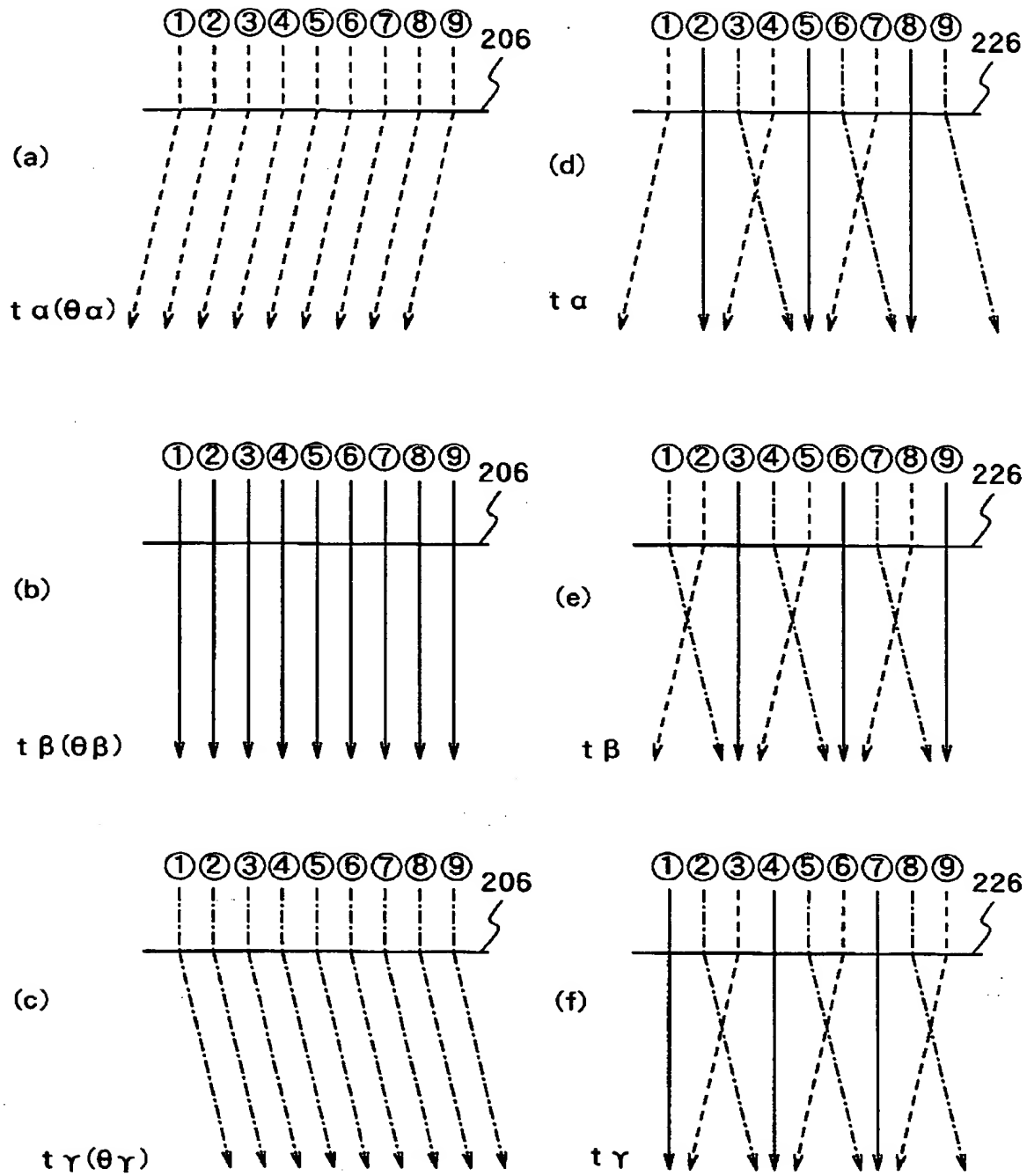
【図 6 2】



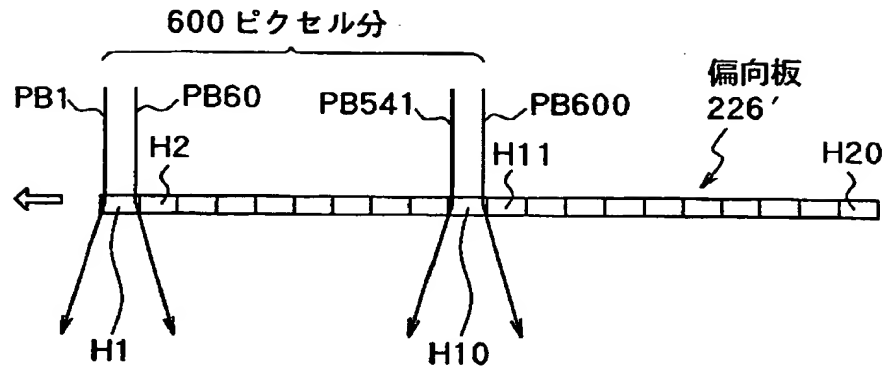
【図 63】

			偏向領域 H1				偏向領域 H2				偏向領域 H60				
t	ν	1	2	59	60	61	62	119	120	121	122	541	542	599	600
60 空間 フィールド	t1	01	02	059	060	01	02	059	060	01	02	001	002	059	060
	t2	02	03	060	01	02	03	060	01	02	03	002	003	060	01
	t3	03	04	001	002	003	004	001	002	003	004	003	004	001	002
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
60 空間 フィールド	t59	059	060	057	058	059	060	057	058	059	060	059	060	057	058
	t60	060	01	058	059	060	01	058	059	060	01	060	01	058	059
	t61	060	01	058	059	060	01	058	059	060	01	060	01	058	059
	t62	059	060	057	058	059	060	057	058	059	060	059	060	057	058
60 空間 フィールド	t63	058	059	056	057	058	059	056	057	058	059	058	059	056	057
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	t119	02	03	060	01	02	03	060	01	02	03	002	003	060	01
	t120	01	02	059	060	01	02	059	060	01	02	001	002	059	060
60 空間 フィールド	t121	01	02	059	060	01	02	059	060	01	02	001	002	059	060
	t122	02	03	060	01	02	03	060	01	02	03	002	003	060	01
	t123	03	04	001	002	003	004	001	002	003	004	003	004	001	002
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
60 空間 フィールド	t179	059	060	057	058	059	060	057	058	059	060	059	060	057	058
	t180	060	01	058	059	060	01	058	059	060	01	060	01	058	059
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
60 空間 フィールド	t3541	060	01	058	059	060	01	058	059	060	01	060	01	058	059
	t3542	059	060	057	058	059	060	057	058	059	060	059	060	057	058
	t3543	058	059	056	057	058	059	056	057	058	059	058	059	056	057
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
60 空間 フィールド	t3599	02	03	060	01	02	03	060	01	02	03	002	003	060	01
	t3600	01	02	059	060	01	02	059	060	01	02	001	002	059	060
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

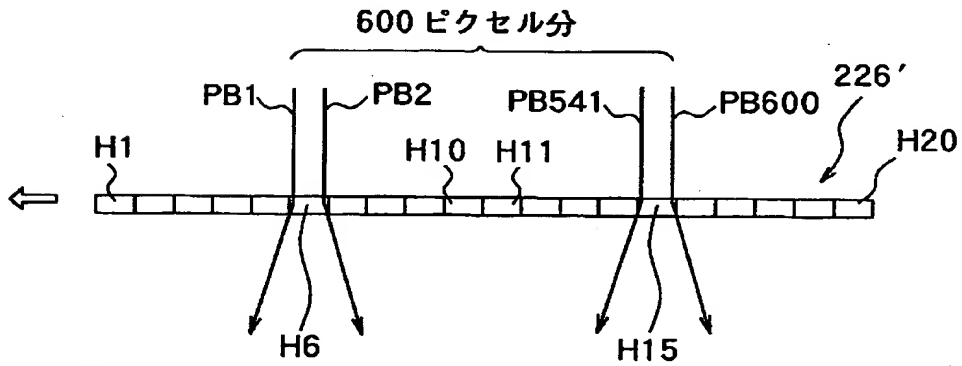
【図 6 4】



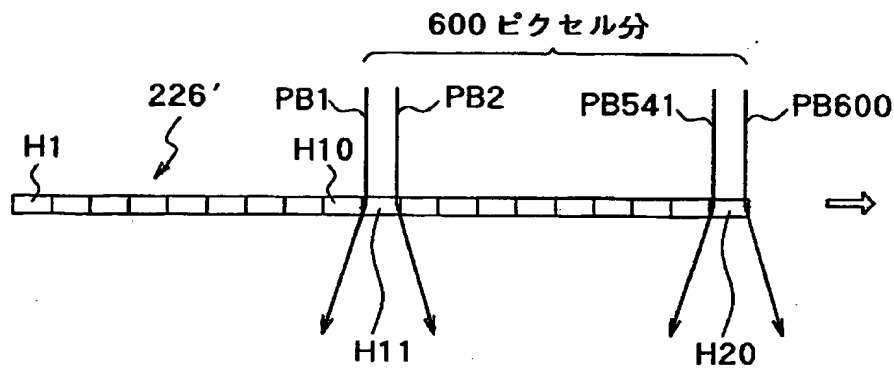
【図 6 5】



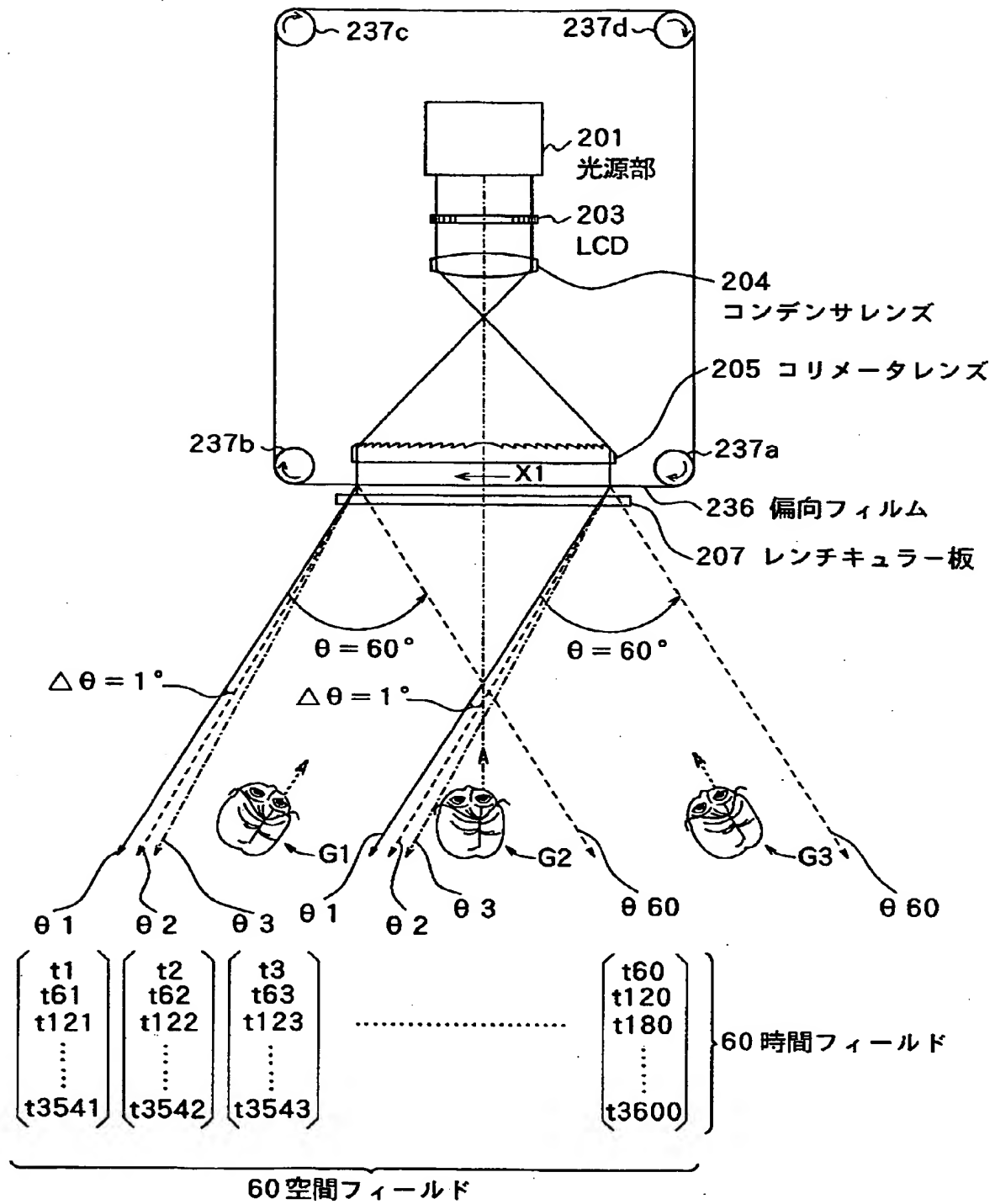
【図 6 6】



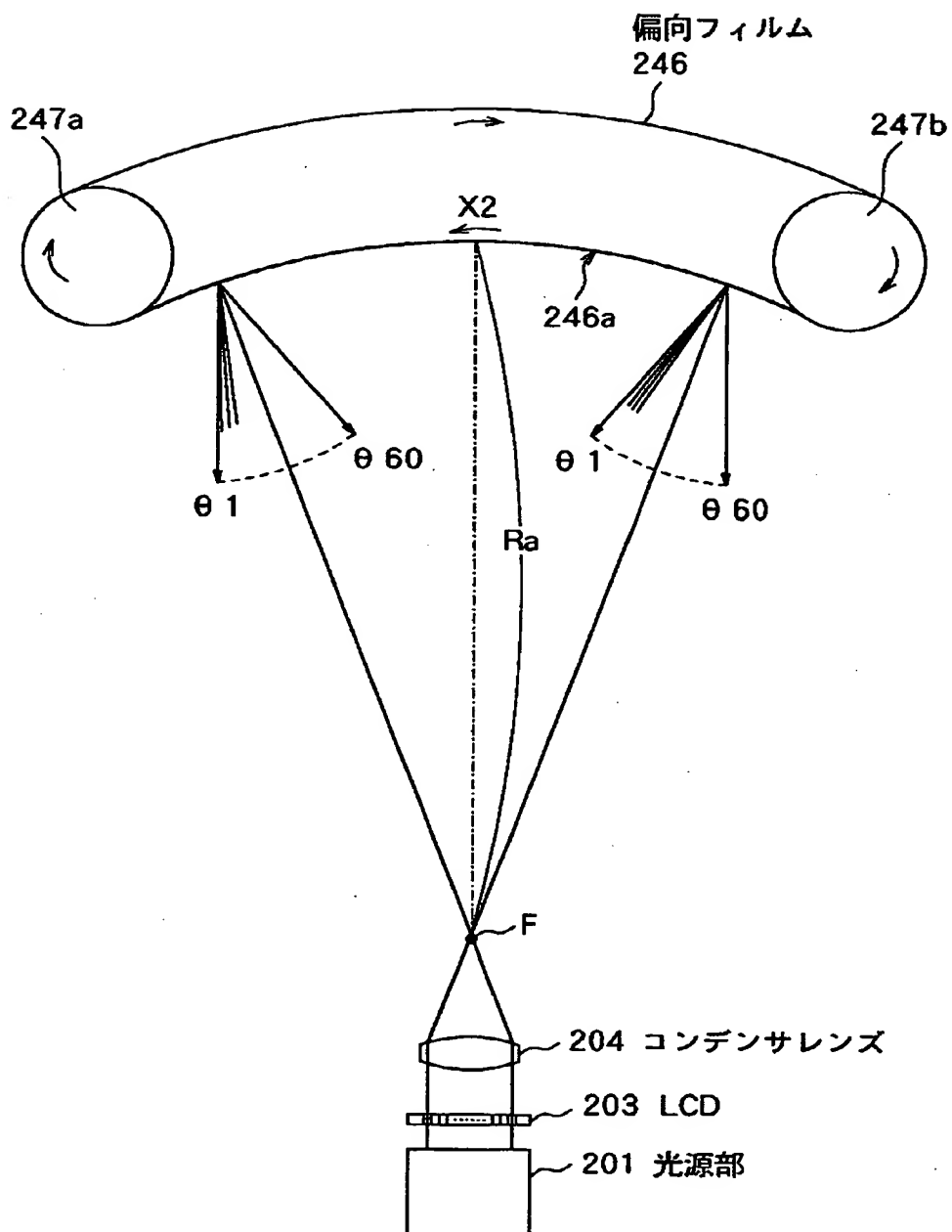
【図 6 7】



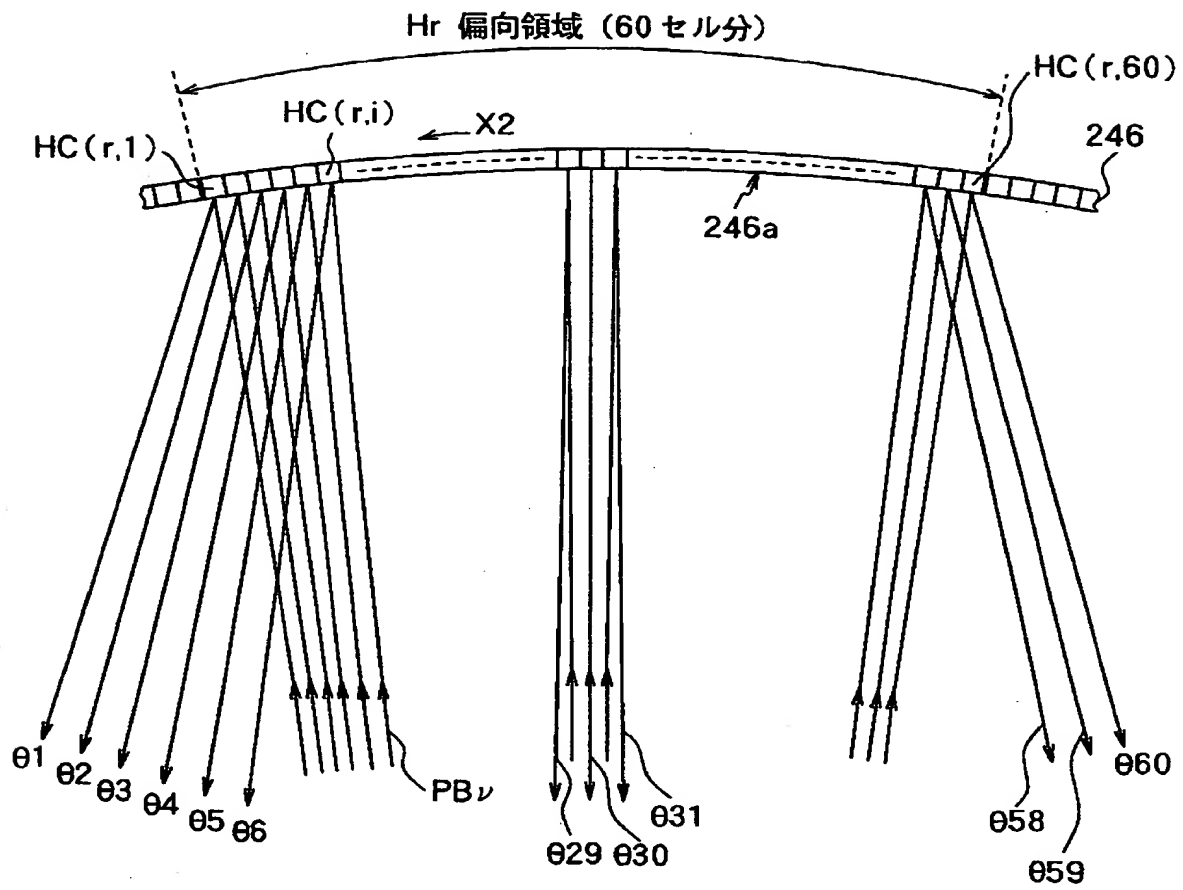
【図 68】



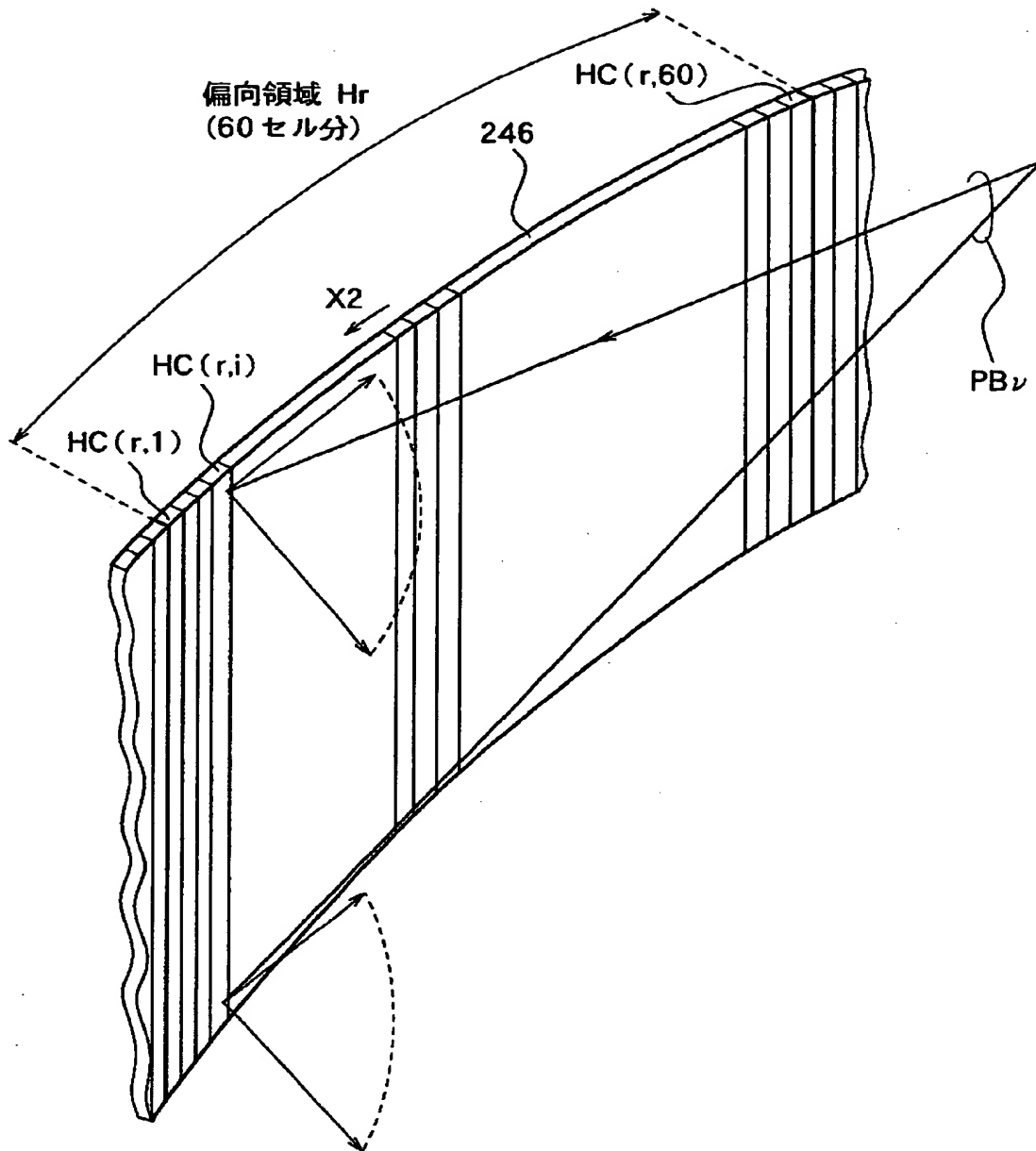
【図 69】



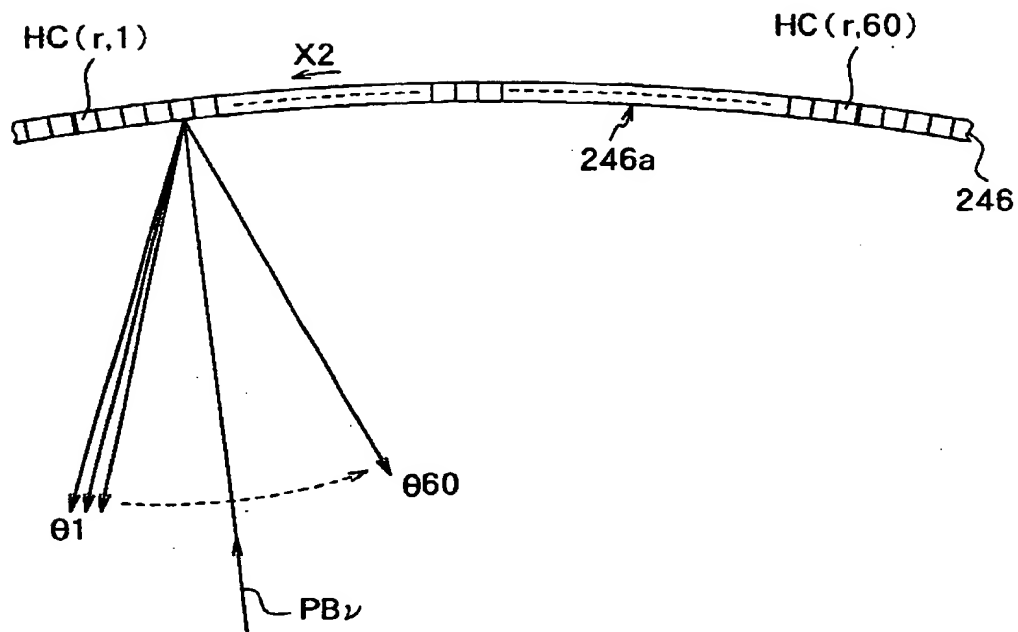
【図 70】



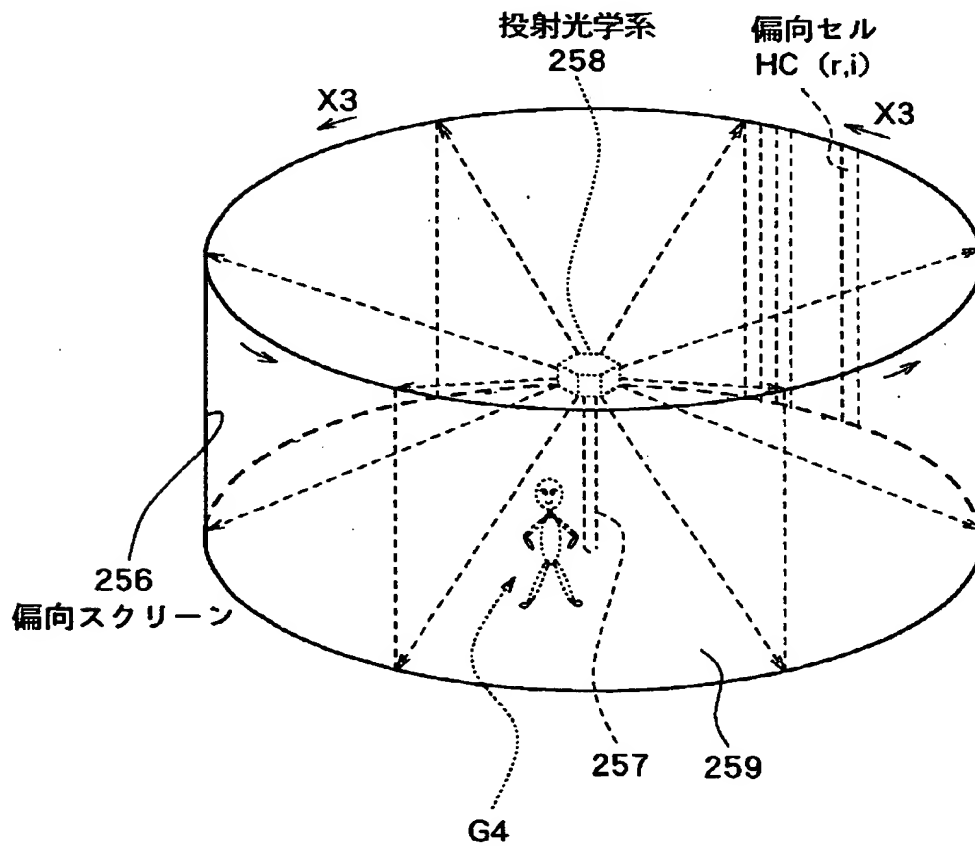
【図 7 1】



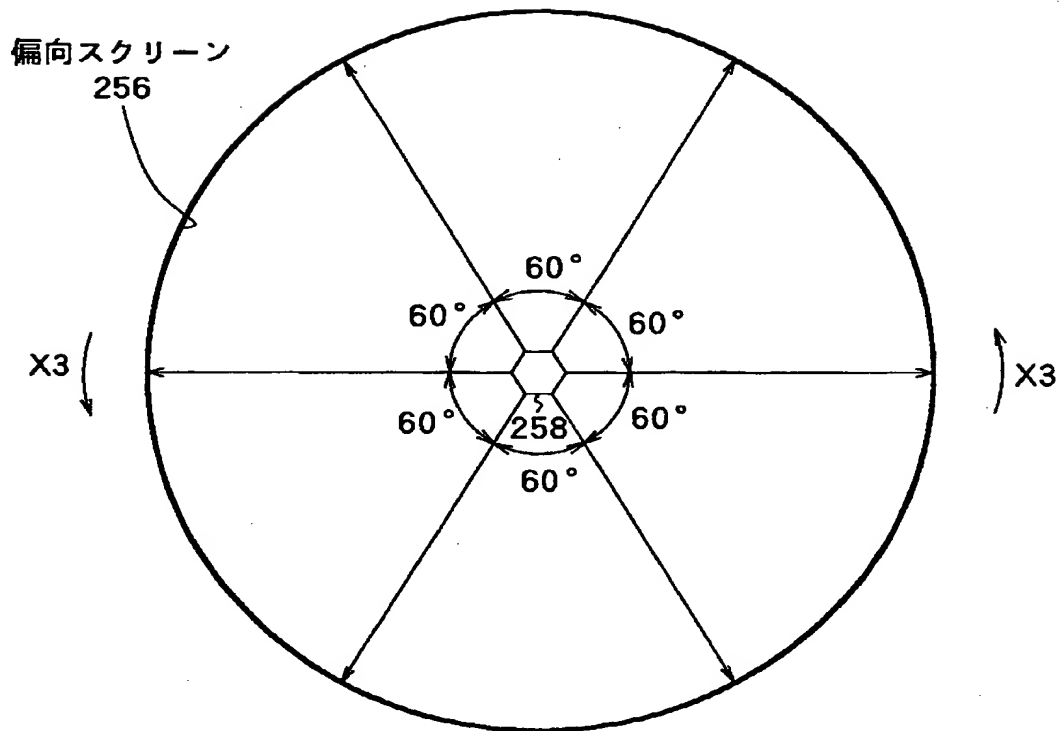
【図 7 2】



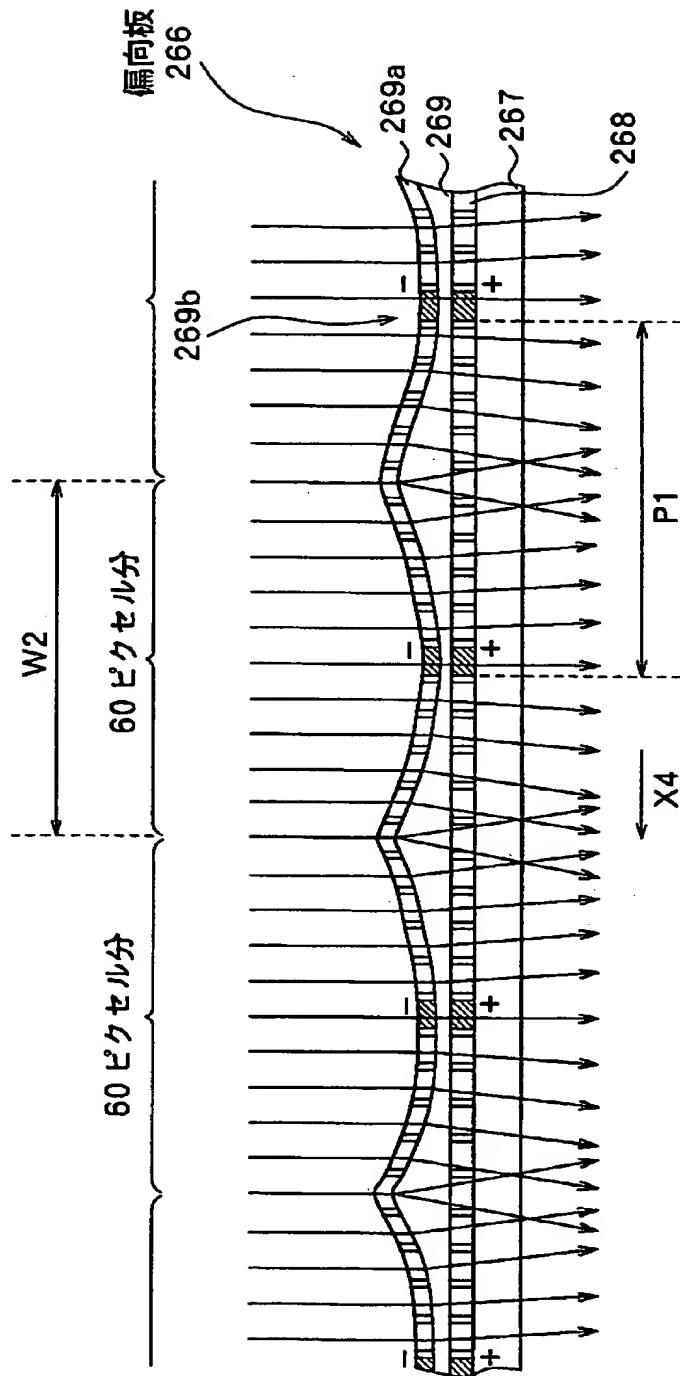
【図 7 3】



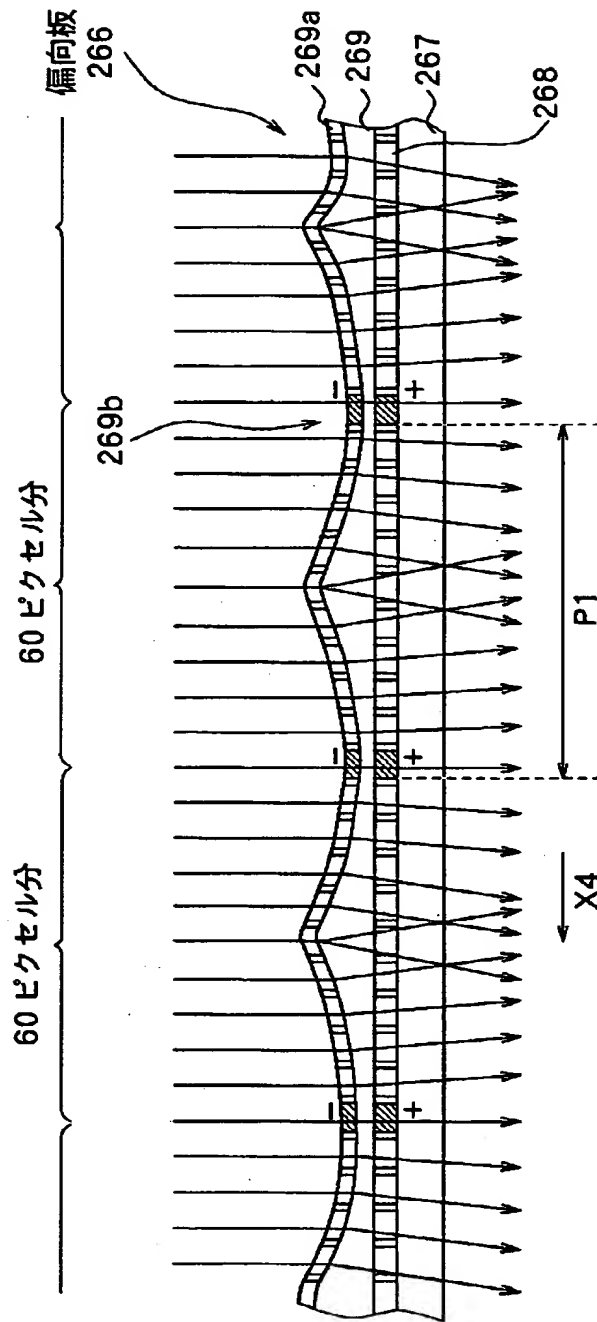
【図 74】



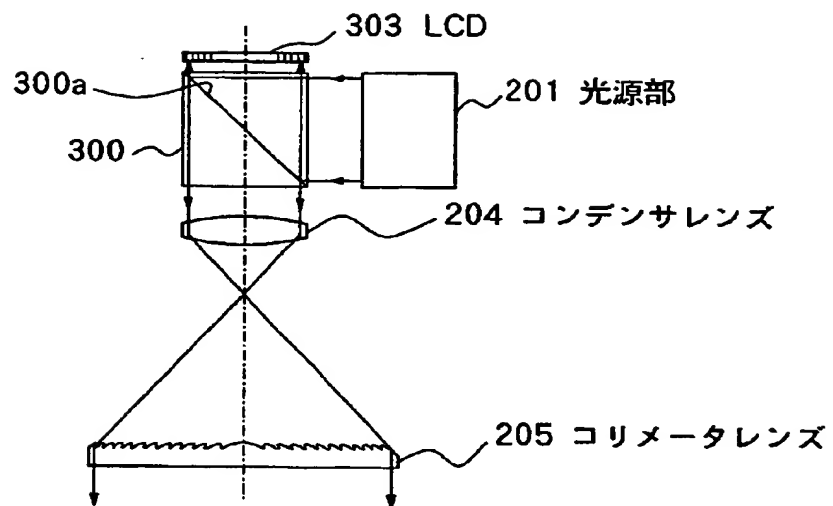
【図 75】



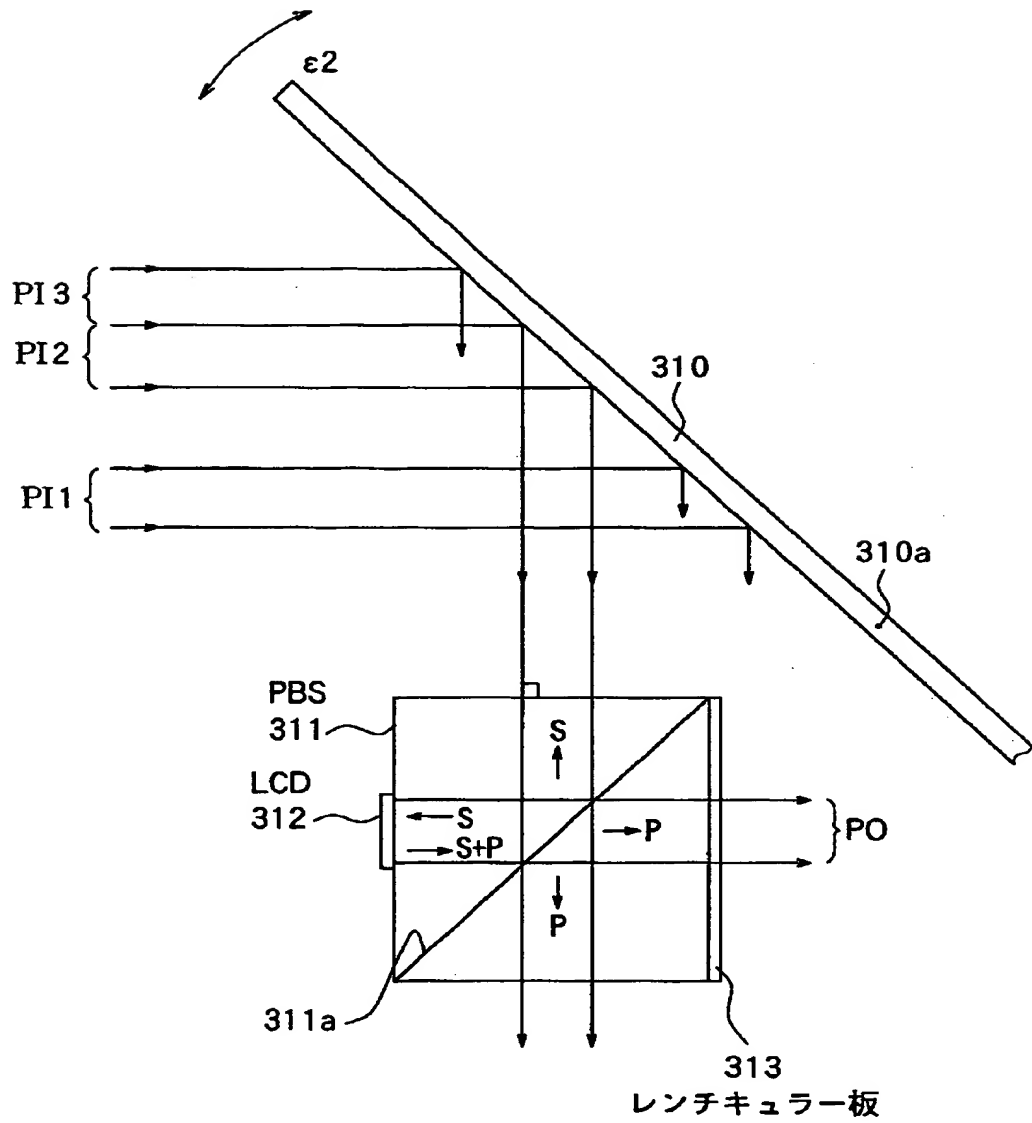
【図 76】



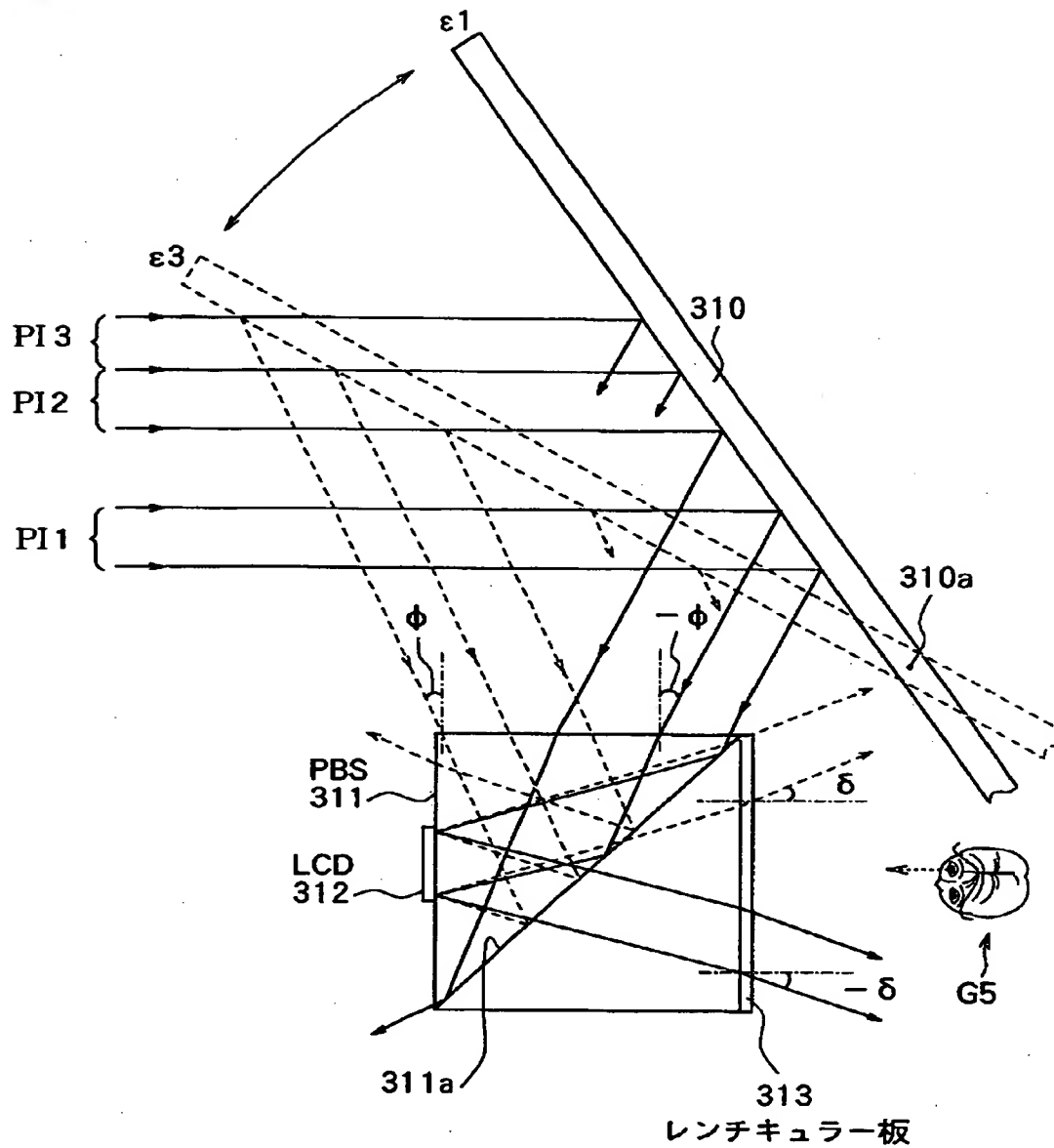
【図 77】



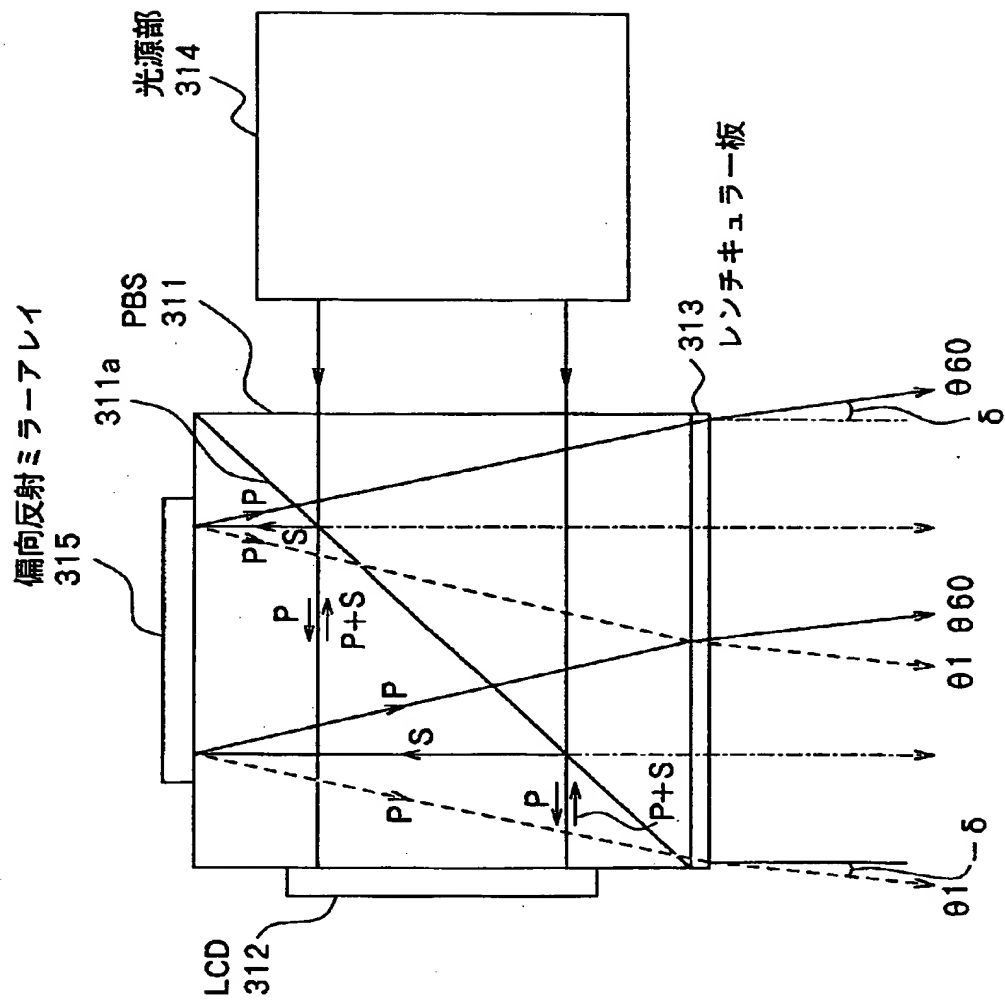
【図 78】



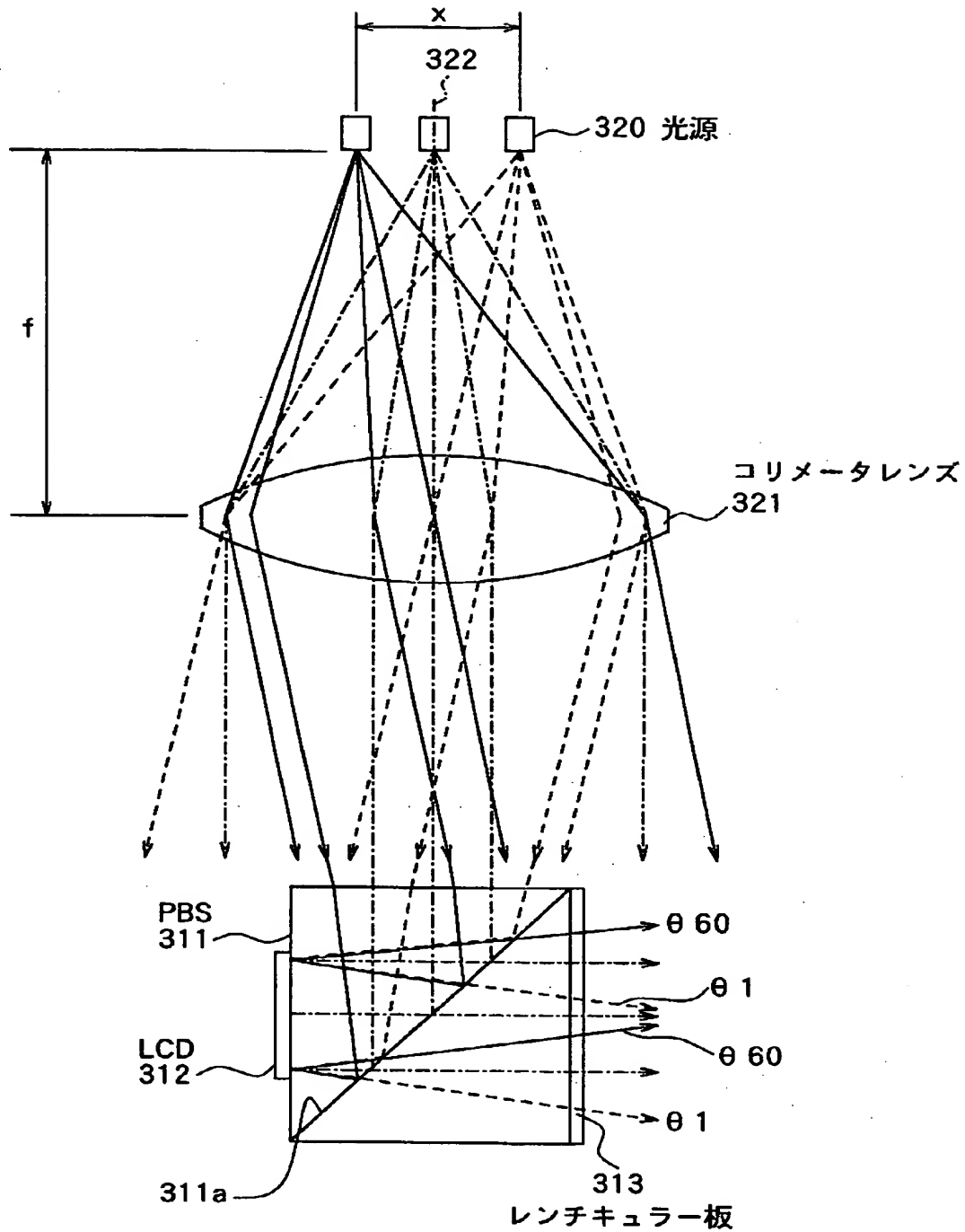
【図 79】



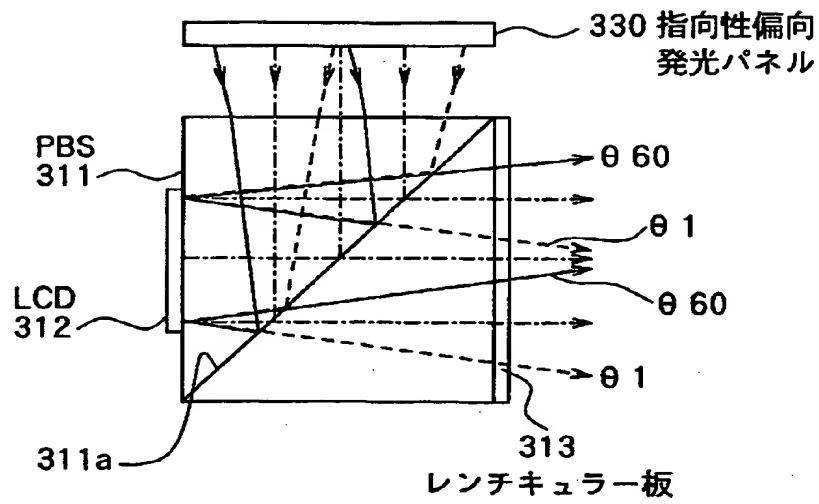
【図 80】



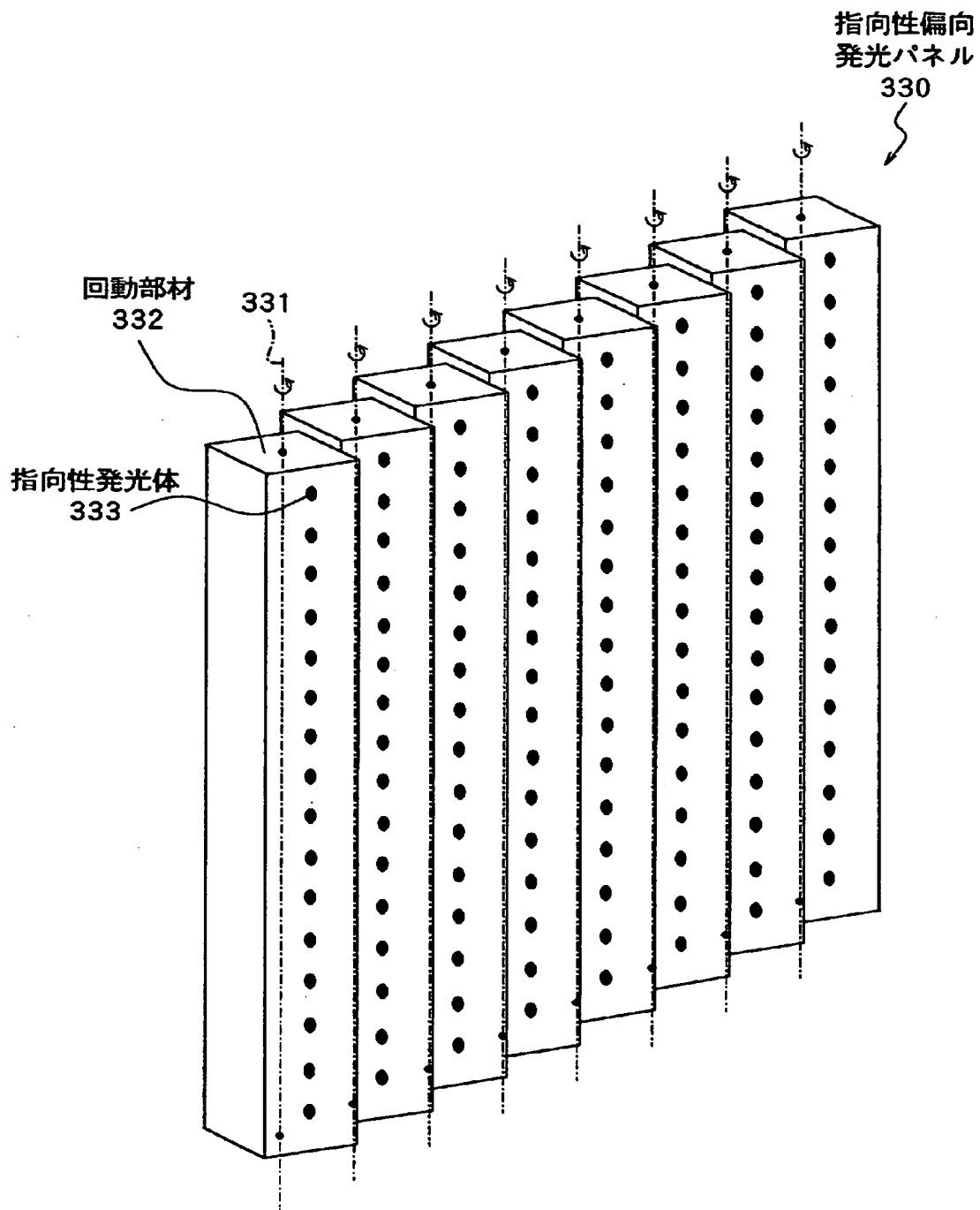
【図 81】



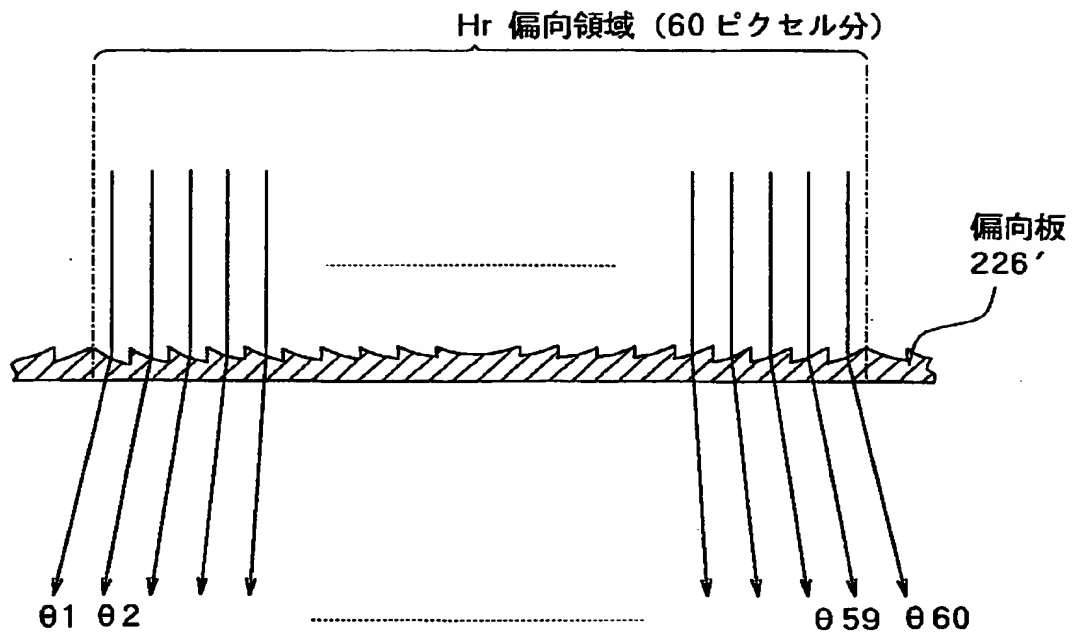
【図 82】



【図83】



【図 84】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 専用の眼鏡やコヒーレント光を必要とせずに、静止画のみならず動画についても真の意味での立体表示が可能な3次元画像表示装置を提供する。

【解決手段】 3次元表示スクリーン10上に、画像内容の変更が容易なLCDを用いて構成した多数のスクリーンドット11を配列し、これらの各LCDに形成した物体像を空間に投射することにより、表示対象の3次元画像Rを構成する多数の点光源像Pを形成する。観測者Qはこれを立体画像として観察できる。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[598026862]

1. 変更年月日 1998年 2月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県厚木市妻田東1-6-48 ウッドパーク本厚木70
9

氏 名 堀米 秀嘉

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)